

Efecto de dos cultivos lácticos, cuajo y estabilizador en las propiedades nutricionales, físico-químicas y sensoriales del queso de yogur (labneh)

**María Gabriela Tobar Piñón
Miguel Antonio Herrera Palencia**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de dos cultivos lácticos, cuajo y estabilizador en las propiedades nutricionales, físico-químicas y sensoriales del queso de yogur (labneh)

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:

María Gabriela Tobar Piñón
Miguel Antonio Herrera Palencia

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Efecto de dos cultivos lácticos, cuajo y estabilizador en las propiedades nutricionales, físico-químicas y sensoriales del queso de yogur (labneh)

Presentado por:

María Gabriela Tobar Piñón
Miguel Antonio Herrera Palencia

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor principal

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

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Tobar Piñón, M.G. y M.A. Herrera Palencia. 2012. Efecto de dos cultivos lácticos, cuajo y estabilizador en las propiedades nutricionales, físico-químicas y sensoriales del queso de yogur (labneh). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 47 p.

El queso de yogur es un producto de consistencia suave y alta acidez, resultado de la concentración de las proteínas a causa de la fermentación láctica por parte de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de dos tipos de cultivo (con probióticos y sin probióticos), dos niveles de estabilizador (0 y 0.5%) y dos niveles de cuajo (0 y 0.001%) utilizando un BCA con arreglo 2x2x2 factorial y medidas repetidas en el tiempo (días cero, 15 y 30), ocho tratamientos y tres repeticiones para un total de 24 unidades experimentales sobre las propiedades nutricionales, físico-químicas y sensoriales del queso de yogur; además se realizaron conteos microbiológicos y análisis de costos variables. El tipo de cultivo láctico afectó el ATECAL, siendo menos ácido el queso sin probióticos. Bajo el método de cuantificación de vitaminas se determinó que el uso de probióticos no incrementó el contenido de vitamina B2 ($P>0.05$). Así mismo el uso de probióticos afectó positivamente la aceptación sensorial del producto siendo preferido el tratamiento con probióticos, cuajo y estabilizador ($P<0.05$). El cultivo con probióticos disminuyó la población de bacterias acidolácticas a través del tiempo. El uso de estabilizador incrementó la purga y rendimiento, disminuyó la dureza y adhesividad ($P<0.05$), y además afectó negativamente la apariencia del queso. El uso de cuajo por otra parte aumentó la dureza y disminuyó la purga en el queso pero disminuyó el rendimiento. Se recomienda utilizar cuajo y cultivo con probióticos en el queso de yogur.

Palabras clave: Leche fermentada, porcentaje de purga, probióticos, quimosina, vitamina B.

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	12
4 CONCLUSIONES.....	35
5 RECOMENDACIONES.....	36
6 LITERATURA CITADA	37
7 ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Tratamientos evaluados por cada bloque.	4
2. Distribución de tratamientos para el diseño BIB.	5
3. Tratamientos utilizados para el estudio de vitaminas.	6
4. Aditivos evaluados en la prueba preliminar.	8
5. Probabilidad de los factores para las variables físico-químicas en el queso de yogur.	13
6. Cambios en color a través del tiempo en el queso de yogur.	14
7. Cambios en dureza a través del tiempo en el queso de yogur.	15
8. Cambios en adhesividad a través del tiempo en el queso de yogur.	16
9. Cambios en la sinéresis a través del tiempo en el queso de yogur.	17
10. Análisis de ATECAL (acidez titulable) a través del tiempo en el queso de yogur.	18
11. Análisis del pH a través del tiempo en el queso de yogur.	18
12. Análisis de grasa en el queso de yogur.	20
13. Curvas de calibración para vitaminas por HPLC.	20
14. Contenido de vitamina B2 (riboflavina) en el queso de yogur.	21
15. Probabilidad de los factores para las variables sensoriales en el queso de yogur.	22
16. Análisis del atributo apariencia a través del tiempo en el queso de yogur.	23
17. Análisis del atributo aroma a través del tiempo en el queso de yogur.	23
18. Análisis del atributo acidez a través del tiempo en el queso de yogur.	24
19. Análisis del atributo textura a través del tiempo en el queso de yogur.	25
20. Análisis del atributo sabor a través del tiempo en el queso de yogur.	26
21. Análisis de la aceptación general a través del tiempo en el queso de yogur.	26
22. Análisis de preferencia de los dos mejores tratamientos del queso de yogur.	27
23. Probabilidad de los factores para las variables microbiológicas en el queso de yogur.	28
24. Probabilidad de los factores para las variables microbiológicas en el queso de yogur.	29
25. Cambios en la viabilidad de bacterias acidolácticas a través del tiempo en el queso de yogur.	30
26. Conteo de hongos y levaduras en el queso de yogur a través del tiempo.	31
27. Conteo de coliformes totales en el queso de yogur a través del tiempo. ...	31

28.	Probabilidad de los factores para el rendimiento en el queso de yogur.	32
29.	Efecto de los factores cultivo, cuajo y estabilizador sobre el rendimiento.	32
30.	Rendimiento de los tratamientos del queso de yogur.	33
31.	Costos variables del queso de yogur.	33
32.	Costos variables por cada tratamiento del queso de yogur empacado.	34

Figuras	Página	
1.	Flujo de proceso del queso de yogur.	7
2.	Resumen del análisis sensorial exploratorio para los atributos del queso de yogur.	27

Anexos	Página	
1.	Queso de yogur con 0.001% de cuajo.	40
2.	Queso de yogur con 0.5% de estabilizador para yogur.	40
3.	Cromatograma para estándar de clorhidrato de tiamina (0.08 mg/mL). ...	41
4.	Cromatograma para estándar de riboflavina (0.09 mg/mL).	41
5.	Cromatograma para estándares de ácido nicotínico y clorhidrato de piridoxina (0.10 mg/mL).	42
6.	Cromatograma para estándares de ácido fólico (0.08 mg/mL).	42
7.	Cromatograma para estándares de cianocobalamina (0.09 mg/mL).	43
8.	Cromatograma para estándares de ácido ascórbico (0.08 mg/mL).	43
9.	Cromatograma para el ensayo de recuperación.	44
10.	Cromatograma para queso de yogur elaborado con YC-180, vitamina B2.	44
11.	Cromatograma para queso de yogur elaborado con ABY-3, vitamina B2.	45
12.	Cromatograma para yogur natural de la Planta de Lácteos de Zamorano, vitamina B2.	45
13.	Cromatograma para leche descremada (0.5% de grasa) de la Planta de Lácteos de Zamorano.	46
14.	Tabla de referencia para prueba preferencial en análisis sensorial.	47

1. INTRODUCCIÓN

El queso de yogur, yogur concentrado o labneh como se conoce en medio oriente, es un alimento semisólido derivado del secado del yogur, con una concentración de sólidos de 23-25%, de color blanco, suave, untado y de sabor ligeramente ácido (Nsabimana *et al.* 2005). Sin embargo, el queso de yogur, durante el proceso de elaboración toma más tiempo de fermentación pues la acidez requerida es mayor que la del yogur. La acidez del yogur debe ser <0.7% de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL), mientras la del queso de yogur varía de 1.5-1.7% (Tamine y Robinson 1978). La composición química del queso es la siguiente: sólidos totales: 24.61%, proteína: 10.43%, grasa: 8.14%, lactosa: 4.91%, cenizas: 1.07%, sólidos totales no grasos: 16.47% (Nsabimana *et al.* 2005).

De acuerdo al Codex Alimentarius (2003), leche fermentada es aquel producto lácteo el cual después de la fermentación, incrementa el contenido proteico en un mínimo de 5.6%. La fermentación del queso de yogur es realizada por bacterias ácido lácticas (BAL) *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. El contenido de *S. thermophilus* y *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* es cerca de 2 mil millones de UFC/gramo de cada una. La acidez después de la filtración incrementa 0.5 a 0.6% ATECAL luego de 14 días en el anaquel (Al-Kadamany *et al.* 2002).

Para este estudio se considerarán las características de materia prima determinadas por Melo G. y Ferrera G. en 2010, quienes determinaron que la leche que producía el queso de yogur de mayor aceptación fue la que contenía 0.5% de grasa, no homogenizada y fermentada a 43°C hasta 1% de ATECAL para luego filtrarse en mantas durante 12 horas a 7°C.

Según Guarner (2008), los probióticos son microorganismos vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos que incluyen medicamentos, suplementos y alimentos. En alimentos principalmente se utilizan las bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, que en estudios previos han demostrado que producen un beneficio a la salud (Guarner *et al.* 2008).

La quimosina industrial es clasificada por la IUBMB (Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular) como una enzima gástrica neonatal con alta capacidad de coagulación de leches y baja actividad proteolítica, formada a partir de la proquimosina. Gilliland *et al.* (1991), reportaron que debido a las interacciones de las cargas positivas en los aminoácidos 98, 100 y 102 de la κ -caseína con las cargas negativas de la quimosina es posible que la quimosina actúe entre las posiciones 105 y 106 de la κ -caseína correspondiente al puente entre fenilalanina y metionina. De este modo, al romperse este

puente la sección hidrofílica se separa de la hidrofóbica provocando de esta manera la precipitación de la κ -caseína, razón por la cual la quimosina es extensamente utilizada para elaboración de quesos.

Los hidrocoloides son sustancias naturales poliméricas solubles, que tienen por característica principal ser altamente hidrofílicas y actuar sobre el agua libre en el medio donde se encuentre. Su capacidad de retención de agua depende de su estructura, ya sea esta lineal o ramificada. Los hidrocoloides en estructura lineal son polímeros de glúcidos ocupando un volumen importante en la solución en la que se encuentren, afectando de este modo la movilidad y la viscosidad de la misma (Cubero *et al.* 2002).

Se ha reportado el incremento de tiamina y riboflavina durante una fermentación, con *Bifidobacterium spp.*, de 48 horas en leche de soya, incrementándose la riboflavina de 7.36 a 8.34 mg/100 mL (O'connor *et al.* 2005).

La vida de anaquel del queso de yogur se ve afectada por el incremento de acidez, lo cual afecta las propiedades sensoriales del mismo. Agregado a esto el suero libre o purga incrementa a medida pasan los días en anaquel en un 10 a 15%, facilitando el crecimiento de microorganismos resistentes a la acidez como lo son mohos y levaduras. Esto provoca que la vida de anaquel del queso de yogur vaya de 10 a 14 días (Al-Kadamany *et al.* 2002).

Actualmente el mercado demanda productos nutracéuticos, que tengan alguna característica que beneficie la salud. Los productos funcionales representan de 2 a 3% de los alimentos en mercado estadounidense. Las personas que consumen estos alimentos son individuos preocupados por sí mismos, su bienestar y salud (Siro *et al.* 2008).

Para prolongar la vida de anaquel del queso de yogur labneh, se busca con este estudio disminuir la purga del mismo y a la vez proporcionar al consumidor un producto funcional y saludable que satisfaga su creciente necesidad de productos saludables y nutritivos. Por esta razón este estudio se enfocó en determinar el efecto de dos cultivos lácticos uno sin probióticos (YC-180) y otro con probióticos (ABY-3), estabilizador y cuajo sobre las características nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales del queso de yogur, siendo los objetivos del estudio:

- Evaluar el efecto del estabilizador y el cuajo en la purga, acidez, color, rendimiento y textura del queso de yogur.
- Evaluar el efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, en la acidez del queso de yogur.
- Determinar la combinación de los factores evaluados más aceptada por los consumidores.
- Evaluar el efecto de dos cultivos lácticos, estabilizador y cuajo sobre la población de bacterias acidolácticas en el queso de yogur.
- Determinar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en el contenido de riboflavina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano localizada en el departamento de Francisco Morazán, Km 30 carretera a Danlí, Honduras. El proceso de elaboración del queso de yogur se llevó a cabo en la Planta de Lácteos de Zamorano. Los tratamientos fueron evaluados en el Laboratorio de la Planta de Lácteos, el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ).

Materia prima para elaboración de queso de yogur. Se utilizó leche descremada al 0.5% de grasa, cultivo hidratado YC-180 Chr. Hansen®: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, cultivo hidratado ABY-3 Chr. Hansen®: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, estabilizador para yogurt 7915-A de Cosco®, cuajo líquido, quimosina CHY-MAX® de Chr. Hansen, sal yodada refinada y sorbato de potasio. Envases de poliestireno de 230 g y sello termoencogible PVdC.

Equipo para la elaboración del queso de yogur. Tina de baño maría 18 GA-0177024. Marmita MKDT/20 T Cleveland Range Ltd. Mantas de tela para desuerar. Balanza de precisión YP8100, Yamato®.

Materiales para análisis. Material de laboratorio para determinar acidez titulable: Pipeta de 10 mL, solución de fenolftaleína, solución de hidróxido de sodio 0.1 N, recipiente blanco. Para realizar el análisis microbiológico se utilizó: medio agar rojo violeta bilis (VRBA), medio MRS agar, medio papa dextrosa agar (PDA), agua peptonada, agua destilada, platos petri, bolsas estériles, alcohol, pipetas de 5 mL, bulbo y mechero. Para medición de purga papel filtro Whatman® #2 de 10 cm de diámetro. Para análisis sensorial: platos, vasos, marcadores y servilletas.

Equipo para análisis. Para pesar las muestras en los análisis se utilizó una balanza analítica Adventurer 2140, OHAUS, potenciómetro Thermo Scientific Orion 5 Star A13120. Además para los análisis físico-químicos se utilizó el siguiente equipo: Analizador de Textura CT3 4500, Colorflex HunterLab 45/0. Para análisis microbiológicos se utilizó: autoclave Market Forge STME, stomacher 400 Circulator de Seward e incubadora modelo 31480-25 de Precision®.

Materiales para análisis de vitaminas. Reactivos y solventes: cristales de fosfato monobásico de potasio (KH₂PO₄) 3246-01 de J. T Baker, ácido clorhídrico 37.4% (HCl) A144C-122 de Fisher Scientific, ácido fórmico (H-COOH) 96% 251364-2.5KG de Sigma-Aldrich, ácido acético glacial 100% (CH₃COOH) 1.00063.2500 de Merck, metanol grado cromatografía (CH₃OH) 1.06007.40003 de Merck, agua grado cromatografía (agua desionizada) 1.12333 de Merck y agua destilada. Estándares: clorhidrato de tiamina 99% 4-7858 (Exp.: Dic/2009), riboflavina 99% 4-7861 (Exp.: Mar/2008), ácido nicotínico 99.9% 4-7864 (Exp.: Ene/2010), clorhidrato de piridoxina 99.9% 4-7862 (Exp.: Ene/2009), ácido fólico 98% 4-7866 (Exp.: Ene/2009), ácido ascórbico 97.4% 4-7863 (Exp.: Ene/2011), cianocobalamina 99% 4-7869 (Exp.: Feb/2012) y D-ácido pantoténico (sal hemicálcica) 99% 4-7867 (Exp.: Feb/2010) de SUPELCO.

Equipo e insumos para análisis de vitaminas. Balanza analítica Adventurer 2140 de OHAUS, bomba de vacío Rotavapor V-710 Buchi, campana de gas 608300 Labconco. HPLC 1100, autosampler ALS G1329A, degasser G1379A, bomba cuaternaria G1311A y detector de arreglo de diodos DAD G1315B de Agilent Technologies. Potenciómetro, termómetro Lollipop Traceable, agitador magnético Cimarec SP131325 de Thermo Scientific, columna Sorbax ODS C18 4.6 x 250 mm x 5 µm de Agilent. Equipo básico e insumos de laboratorio: pipetas Fischer Brand Clase A de 1 mL y 10 mL. Matraz volumétrico Kimax 50 mL y 100 mL. Filtro de jeringa Econofiltro 0.45 µm, goteros, bulbo Eppendorf Easypet, jeringa 3 mL, viales 1.5 mL, condensadores y micropipeta eVol SGE de Analytical Science.

Diseño experimental. Se utilizaron distintos diseños experimentales dependiendo de la variable evaluada, debido al ajuste de cada diseño a las condiciones particulares del estudio. Para los análisis físico-químicos y microbiológicos se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con arreglo factorial 2x2x2 (Cuadro 1), siendo los factores: cultivo (YC-180 y ABY-3), estabilizador para yogur (0 y 0.5%) y cuajo (0 y 0.01 mL/L). Además, medidas repetidas en el tiempo a los días cero, 15 y 30.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados por cada bloque.

Cuajo (%)	Estabilizador para yogur (%)	Cultivo	
		ABY-3 ¹	YC-180 ²
0.001	0.5	TRT 1	TRT 2
	0.0	TRT 3	TRT 4
0.000	0.5	TRT 5	TRT 6
	0.0	TRT 7	TRT 8

¹ABY-3 *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, *L. acidophilus* y *B. bifidum*.

²YC-180 *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*.

Se realizaron tres repeticiones o bloques para cada uno de los tratamientos dando un total de 24 unidades experimentales.

Para el análisis sensorial se utilizó un diseño en bloques incompletos balanceados (BIB) con el mismo arreglo factorial anteriormente mencionado, donde los bloques fueron los 14 panelistas. Cada panelista evaluó cuatro de los ocho tratamientos, esto debido a la fatiga sensorial que el producto genera, la cual es causa de sesgo en la evaluación por los panelistas (Meilgaard *et al.* 1999). En el Cuadro 2 se describe la distribución al azar de los tratamientos que evaluó cada panelista, basado en una distribución de un diseño de las mismas características (Kuehl 2000). Este diseño se utilizó en cada repetición y cada medida repetida en el tiempo.

Cuadro 2. Distribución de tratamientos para el diseño BIB.

Panelistas	TRT5	TRT4	TRT1	TRT2	TRT3	TRT6	TRT7	TRT8
1	x	x	x	x				
2					x	x	x	x
3	x	x					x	x
4			x	x	x	x		
5	x		x			x		x
6		x		x	x		x	
7	x			x		x	x	
8		x	x		x			x
9	x	x			x	x		
10			x	x			x	x
11	x		x		x		x	
12		x		x		x		x
13	x			x	x			x
14		x	x			x	x	

Fuente: Kuehl (2000).

Para el análisis de vitaminas se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) comparando el contenido de vitaminas del queso de yogur elaborado con los dos cultivos estudiados, de yogur natural y leche descremada, estos últimos dos elaborados por la planta de lácteos de Zamorano (Cuadro 3). Se realizaron 3 repeticiones dando un total de 12 unidades experimentales. Estas variables se analizaron de este modo debido a la falta de tiempo para realizar un estudio a través del tiempo del contenido de vitaminas.

Cuadro 3. Tratamientos utilizados para el estudio de vitaminas.

Tratamiento	Producto
1	Queso de yogur elaborado sin probióticos
2	Queso de yogur elaborado con probióticos
3	Yogur natural
4	Leche Descremada 0.5% grasa

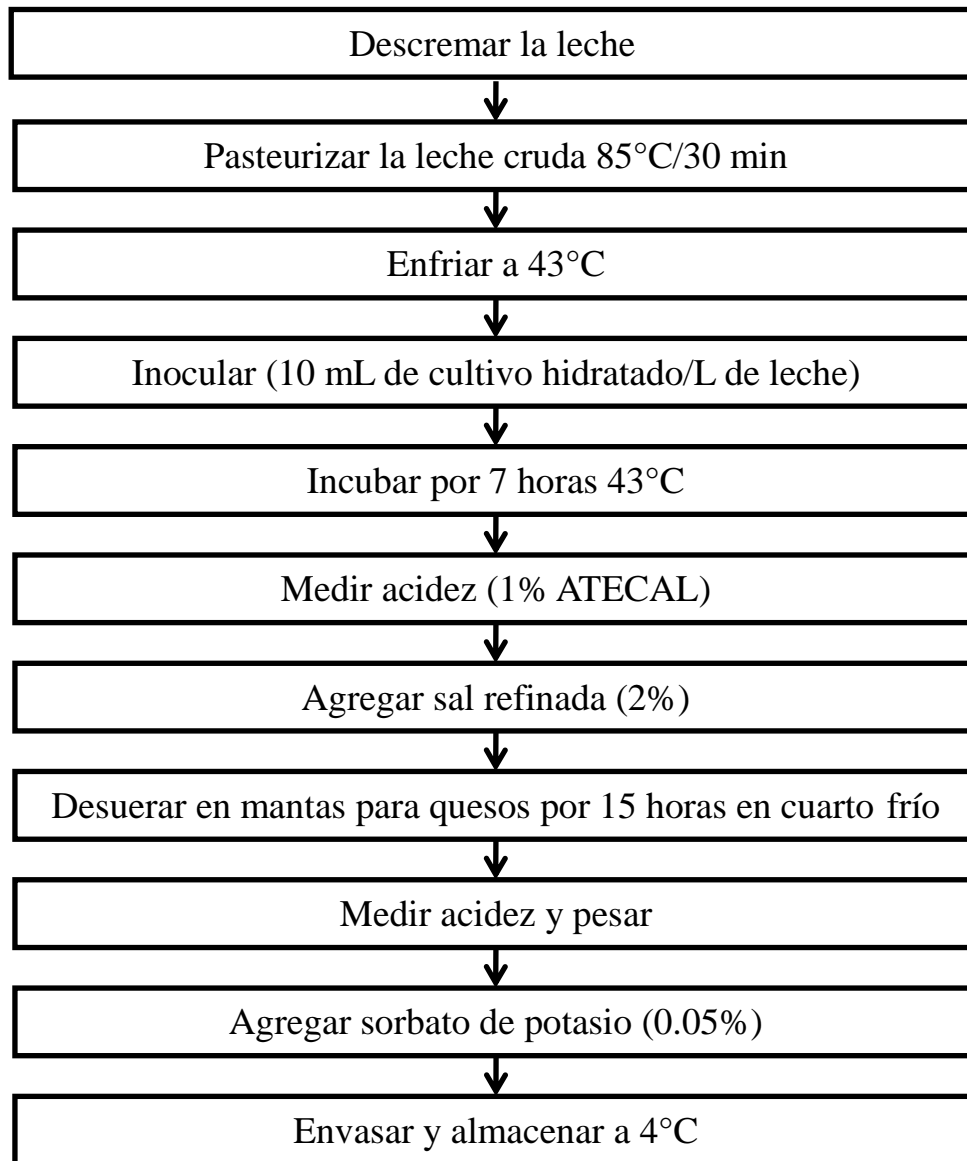
Proceso de elaboración del queso de yogur.

Figura 1. Flujo de proceso del queso de yogur.

Se decidió prolongar el tiempo de desuerado de 12 horas utilizado por Melo y Ferrera en 2010, a 15 horas, pues este es el mínimo recomendado por Özer (1999). El flujo de proceso para elaborar el queso de yogur (Figura 1) fue modificado a partir de Melo y Ferrera.

Pruebas preliminares. Con el fin de determinar qué aditivo utilizar para estudiar la reducción de purga en el queso de yogur se realizaron pruebas preliminares elaborando el queso de yogur utilizando el cultivo YC-180 agregando distintos aditivos los cuales se enlistan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Aditivos evaluados en la prueba preliminar.

Aditivo	Dosis (%)
Concentrado de proteína de suero (WPC 80)	1.000
Estabilizador de queso Filadelfia	0.500
Estabilizador de crema ácida	0.500
Estabilizador de yogur	0.500
Cuajo	0.001

Análisis físicos. Los análisis de color, textura y purga del queso se realizaron en el LAAZ. Se usó el Colorflex de Hunterlab® para medir los valores de color de acuerdo a la posición que ocupan en los ejes L*, a* y b*. El eje L* indica la claridad y brillo en una escala de negro (0) a blanco (100). 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 comprendido del azul (-60) al amarillo (+60) (Hunterlab 2001). Se realizaron tres mediciones por cada unidad experimental.

La textura se analizó con el Analizador de Textura CT3 4500 de Brookfield, usando la sonda TA4/100, a una velocidad de 0.5 mm/s y una carga inicial de 0.044 N. Se midió dureza (N) y adhesividad (J) a través de una prueba de compresión del 30% de la altura de la muestra. Para darle unas dimensiones determinadas a la muestra se elaboró un molde cilíndrico de 50 mm de diámetro y 20 mm de altura. Las mediciones se realizaron por duplicado a una temperatura de la muestra de $6\pm 1^\circ\text{C}$.

Para determinar la purga se utilizó el método utilizado por Al-Kadamany *et al.* en el 2002. Se filtró al vacío una muestra de 20 gramos esparcida sobre un papel filtro Whatman® #2 durante 10 minutos. La purga o suero libre se calculó en porcentaje determinando el cociente del peso del filtrado sobre el peso inicial de la muestra, se realizaron mediciones por duplicado para cada unidad experimental.

Análisis químicos. El pH fue medido en el LMAZ; introduciendo el electrodo directamente en el queso de yogur sin diluir, se hicieron tres lecturas en puntos distintos para cada muestra, luego las tres lecturas se promediaron para determinar el valor de pH de cada muestra (AOAC 969.38).

La acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) fue medida en el laboratorio de la planta de lácteos, se utilizó el método según Revilla 2009. Se pesaron 3 gramos de queso de yogur en un vaso blanco, luego se agregaron 10 mL de agua destilada, se mezcló el queso de yogur con el agua destilada y después se agregaron 3 gotas de fenoltaleína;

esta solución se tituló usando NaOH 0.1N. Finalmente los mililitros de NaOH se multiplicaron por 3 para determinar ATECAL.

El porcentaje de grasa se determinó pesando 9 gramos de muestra en un butirómetro calibrado de 0 a 50%, después se agregaron 10 mL de agua destilada a 60°C y se mezcló por 1 min. La mezcla se dejó enfriar a 22°C, luego se agregaron 17.5 mL de ácido sulfúrico. Se centrifugó a 800 RPM durante 5 minutos. Después se agregó agua destilada a 60°C hasta 0.6 cm del cuello, se centrifugó por 2 min, luego se agregó agua a 60°C hasta que la grasa quedó en la parte calibrada del cuello, se centrifugó por 1 min y finalmente se tomó la lectura de grasa (AOAC 933.05).

Análisis de vitaminas. Para determinar el contenido de las vitaminas se realizó la calibración, validación y prueba de recuperación para 7 vitaminas hidrosolubles utilizando el método modificado a partir del método de estimación de vitaminas hidrosolubles por HPLC de Perveen *et al.* 2009. Para la extracción de vitaminas se pesaron 25 gramos de muestra en un matraz de fondo redondo de 250 mL, se agregaron 10 mL de HCl 0.1N y 80 mL de agua destilada, la muestra una vez diluida en esta solución se colocó en baño maría a 90-95°C durante 15 min; se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente luego se centrifugó a 1,500 RPM por 10 min; el sobrenadante se trasvasó a un matraz volumétrico de 100 mL y se aforó; finalmente la solución fue filtrada a través de una membrana de 0.45 µm a un vial ámbar de 1.5 mL. Todo el procedimiento se llevó a cabo protegiendo la cristalería utilizada con papel aluminio. En lo que respecta al método cromatográfico se utilizó una columna C18 Sorbax ODS 4.6 mm x 250 mm x 5µm, detección a 204 y 254 nm, flujo de 1 mL/min y una fase móvil con gradiente a los 0 min 0%B, 8 min 30%B y el resto de la inyección conservando esta última. Los diluyentes fueron A: 0.05M KH₂PO₄ con pH=4.2 ajustado con solución 25% ácido fórmico y diluyente B: metanol; el tiempo de corrida por muestra fue de 23 min.

Para elaborar las curvas de calibración se usaron 4 puntos de concentración de estándar de vitaminas: 0.025, 0.045, 0.065, 0.085 mg/mL para tiamina, riboflavina, ácido fólico y cianocobalamina; 0.017, 0.030, 0.041 y 0.053 mg/mL para ácido nicotínico y piridoxina combinados; 0.065, 0.085, 0.105 y 0.125 para ácido ascórbico. Los estándares fueron diluidos en una solución 50% metanol, 43% agua destilada y 7% ácido acético.

Para la validación se utilizaron soluciones con: 0.07 y 0.035 mg/mL para tiamina, riboflavina, ácido fólico y cianocobalamina; 0.056 y 0.025 para ácido nicotínico y piridoxina combinados; 0.100 y 0.075 mg/mL para ácido ascórbico.

En el ensayo de recuperación en una solución 13% almidón modificado de maíz ceroso se diluyeron estándares de vitaminas en concentraciones: 0.085 mg/mL para tiamina, riboflavina, ácido fólico, ácido ascórbico y cianocobalamina; 0.15 mg/mL para ácido nicotínico y piridoxina combinados. Esta mezcla fue sometida al proceso de extracción de vitaminas anteriormente mencionado.

Análisis sensorial. Se realizó un análisis de aceptación donde se utilizó un panel no entrenado de 14 personas. Los panelistas fueron escogidos al azar entre los estudiantes de Zamorano, con un rango de edad entre 17 y 24 años. Donde cada panelista evaluó cuatro de los ocho tratamientos, asignados al azar. Se evaluó las características de apariencia, aroma, acidez, textura, sabor y aceptación general del producto. Se empleó una escala hedónica de 9 puntos siendo 1 la calificación sensorial más baja y 9 la más alta.

Los datos obtenidos de las evaluaciones sensoriales fueron analizados a través de una separación de medias de mínimos cuadrados (MMC, $P < 0.05$), siendo la media más baja el queso de yogur menos aceptado y la media más alta el más aceptado.

Los dos tratamientos más aceptados fueron evaluados en una prueba de preferencia, la cual se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial con 100 personas, escogidas al azar entre los estudiantes de Zamorano, para escoger el tratamiento más preferido. Se registró el número de personas que preferían cada tratamiento y se evaluó los resultados usando la tabla de pruebas de preferencia pareada de dos colas (Lawless y Heymann 1998).

Análisis microbiológico. El análisis microbiológico se efectuó en el laboratorio de microbiología de alimentos de Zamorano LMAZ. Se realizaron conteos de coliformes totales en los días cero y 30 para cada tratamiento por duplicado, usando violet red bile agar (VRBA) como medio selectivo de cultivo, empleándose la técnica de vertido para la siembra (NOM-113-SSA1-1994). La incubación de las muestras fue realizada a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 horas.

También se realizó conteos de hongos y levaduras en los días cero, 15 y 30 para todos los tratamientos por duplicado. El medio utilizado fue potatoe dextrose agar (PDA) con ácido tartárico utilizando la técnica de vertido para la siembra (NOM-111-SSA1-1994). La incubación de las muestras se realizó a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 72 horas.

Finalmente se realizó conteos de bacterias acidolácticas en los días cero, 15 y 30 para todos los tratamientos con el fin de estimar su viabilidad a través del tiempo en el producto. Las muestras fueron preparadas usando MRS agar (Man, Rogosa & Sharp) como medio de cultivo, el método de vertido para la siembra y un período de incubación de 48 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$.

Análisis estadístico. La evaluación de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando un modelo lineal y una separación de medias por mínimos cuadrados (MMC, $P < 0.05$) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos y análisis de medidas repetidas en tiempo. Mientras que para el diseño experimental del estudio de contenido de vitaminas se utilizó una separación de medias Tukey ($P < 0.05$) para determinar si existieron diferencias entre los tratamientos. Se utilizó el programa estadístico SAS® versión 9.1 como herramienta de análisis.

En la calibración y validación del método de vitaminas por HPLC se utilizó el software Chemstation® de Agilent para la construcción de las curvas de calibración y para la

validación se realizó una prueba t de Student, este último utilizando Microsoft Office Excel® 2010.

Análisis económico. Se realizó un análisis marginal para los ocho tratamientos, tomando en cuenta los costos variables de producción y de empaque.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba preliminar. Para decidir qué aditivo utilizar en el queso de yogur, con el fin de reducir la purga, se realizó una prueba preliminar utilizando distintos aditivos disponibles en la Planta de Lácteos de Zamorano. Basándose en la apariencia de los quesos obtenidos se decidió utilizar estabilizador para yogurt 7915-A de Cosco® y cuajo líquido quimosina CHY-MAX® de Chr. Hansen, puesto que estos tenían la mejor apariencia entre los aditivos probados.

Probabilidad de los factores para las variables físico-químicas. El Cuadro 5 indica el efecto que tuvo cada factor sobre las variables físico-químicas. El factor estabilizador tuvo significancia para las variables de pH, textura (dureza y adhesividad), purga y contenido de grasa del queso. Mientras que el factor cuajo tuvo significancia para la dureza y purga del queso de yogur. Finalmente el factor cultivo fue significativo sobre las variables de acidez. Hubo efecto del tiempo sobre las variables de color L y a, ATECAL y purga. Además hubo interacción entre los factores cuajo y estabilizador para las variables de textura y purga. Se justificó la utilización de un diseño de bloques ya que existió diferencia significativa entre estos para las variables de color L*, a* y b*, ATECAL, dureza, adhesividad y porcentaje de grasa.

Análisis de color. En el Cuadro 6 se muestran los valores de L*, a* y b* a través del tiempo para los diferentes tratamientos de queso de yogur. Se observa que para los días cero, 15 y 30 los tratamientos 3, 8, 4 y 7 presentan los valores L más altos comparado con los demás tratamientos; dicha diferencia se debió al efecto del estabilizador, esto debido a que el estabilizador contiene dextrosa que al exponerse a temperaturas de incubación y la disponibilidad de aminoácidos presentes en la leche ocasionaron una reacción de Maillard (Barreiro y Sandoval 2006), alterando el color final del queso, haciéndolo menos claro (valor L).

Para el valor a no existieron diferencias significativas entre tratamientos para los días cero, 15 y 30, al igual que para el valor b*. No existieron diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para los valores L*, a* y b*. En general los valores de a* estuvieron más cercanos al color verde y los valores b más cercanos al color amarillo a través del tiempo, el valor b coincide con los resultados obtenidos por Melo y Ferrera en 2010. Es importante mencionar de que a pesar de que no se encontraron diferencias entre factores en el análisis de varianza general, al evaluar por tiempo sí se encontró un efecto significativo por parte del factor estabilizador para el valor L*.

Cuadro 5. Probabilidad de los factores para las variables físico-químicas en el queso de yogur.

Factor ¹	Variables físico-químicas								
	Valor L	Valor a	Valor b	ATECAL	pH	Dureza	Adhesividad	Purga	%Grasa
Pr>f(C)	0.9334	0.4112	0.1040	<.0001	<.0001	0.1429	0.4227	0.2670	0.6866
Pr>f(E)	0.1330	0.9147	0.0755	0.3482	0.0286	<.0001	<.0001	<.0001	0.0120
Pr>f(Cj)	0.9520	0.6463	0.1628	0.4110	0.5538	0.0040	0.9063	0.0012	0.6866
Pr>f(B)	0.0018	0.1335	0.0407	0.0014	0.3561	0.0005	0.0276	0.1401	0.0462
Pr>f(t)	0.0010	0.0027	0.0564	0.0098	0.6636	0.4765	0.5590	0.0228	-
Pr>f(C × E)	0.8669	0.6121	0.3600	0.4293	0.5137	0.2816	0.4286	0.7476	1.0000
Pr>f(E × Cj)	0.8413	0.8493	0.1040	0.1629	0.9815	0.0037	0.0117	0.0161	0.1217
Pr>f(Cj × C)	0.9697	0.9531	0.5514	0.2921	0.8472	0.5817	0.2670	0.3822	0.4238
Pr>f(C × E × Cj)	0.7505	0.6712	0.2077	0.9145	0.8957	0.5812	0.8182	0.6054	0.6866
Pr>f(C × E × Cj × t)	1.0000	0.9917	0.9827	0.9950	0.9999	0.8335	0.2240	0.8956	-

¹Pr>f(C) Probabilidad de factor Cultivo. Pr>f(E) Probabilidad de factor Estabilizador. Pr>f(CJ) Probabilidad de factor Cuajo. Pr>f(B) Probabilidad de factor Bloque. Pr>f(t) Probabilidad de factor Tiempo. Pr>f(C × E) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo y Estabilizador. Pr>f(E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Estabilizador y Cuajo. Pr>f(Cj × C) Probabilidad de la interacción de los factores Cuajo y Cultivo. Pr>f(C × E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador y Cuajo. Pr>f(C × E × Cj × t) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador, Cuajo y Tiempo.

Cuadro 6. Cambios en color a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Trt	L*± D.E. ²			a*± D.E.			b*± D.E.		
	Día 0	Día 15	Día 30	Día 0	Día 15	Día 30	Día 0	Día 15	Día 30
3	89.45±0.12 ^a	88.87±0.21 ^a	91.34±3.31 ^a	-1.77±0.29 ^a	-2.16±0.29 ^a	-1.82±0.39 ^a	9.34±0.46 ^a	9.19±0.07 ^a	9.66±0.40 ^a
8	89.38±0.25 ^a	89.07±0.27 ^a	91.13±3.58 ^{ab}	-1.72±0.34 ^a	-2.11±0.18 ^a	-1.58±0.35 ^a	9.23±0.36 ^a	9.23±0.13 ^a	9.58±0.25 ^a
4	89.37±0.17 ^a	88.91±0.08 ^a	91.11±3.24 ^{ab}	-1.75±0.33 ^a	-2.01±0.28 ^a	-1.72±0.47 ^a	9.20±0.45 ^a	8.92±0.26 ^a	9.21±0.47 ^a
7	89.14±0.26 ^{ab}	89.01±0.20 ^a	90.93±3.59 ^{ab}	-1.88±0.42 ^a	-2.02±0.09 ^a	-1.83±0.15 ^a	9.05±0.49 ^a	9.36±0.27 ^a	9.24±0.76 ^a
5	88.77±0.14 ^{bc}	88.45±0.21 ^b	90.64±3.52 ^{bc}	-1.78±0.31 ^a	-2.18±0.14 ^a	-1.76±0.51 ^a	9.51±0.50 ^a	9.29±0.11 ^a	9.63±0.60 ^a
1	88.58±0.07 ^c	88.00±0.11 ^b	90.41±3.77 ^c	-1.72±0.12 ^a	-2.05±0.43 ^a	-1.66±0.40 ^a	9.78±0.54 ^a	9.49±0.25 ^a	9.96±0.41 ^a
2	88.45±0.06 ^c	88.35±0.10 ^b	90.33±3.17 ^c	-1.81±0.25 ^a	-1.97±0.10 ^a	-1.69±0.02 ^a	9.54±0.51 ^a	9.36±0.23 ^a	9.70±0.52 ^a
6	87.84±0.45 ^d	88.44±0.13 ^b	90.72±3.35 ^{bc}	-1.90±0.23 ^a	-2.00±0.39 ^a	-1.63±0.48 ^a	8.98±0.50 ^a	8.96±0.64 ^a	9.42±0.68 ^a
CV ³ %	0.27	0.21	0.32	6.06	9.73	7.33	3.45	2.97	2.92

3: ABY-3, cuajo; 8: YC-180 control; 4: YC-180, cuajo; 7:ABY-3 control; 5:ABY-3, estabilizador; 1: ABY-3, cuajo, estabilizador; 2: YC-180, cuajo, estabilizador; 6: YC-180 estabilizador.

^{abcd} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo

²D.E.:Desviación estándar.

³CV%: Coeficiente de variación.

Análisis de textura. El Cuadro 7 indica que los tratamientos 3, 8, 4 y 7 presentaron dureza mayor a los días cero, 15 y 30 siendo estos los tratamientos que contenían cuajo en su formulación, los cuales además presentaron menor porcentaje de purga. Esto se debe a que el cuajo rompe la estructura cuaternaria de la κ -caseína y facilita la compactación de la proteína liberando toda el agua entre las partículas (Gilliland *et al.* 1991). Mientras que los tratamientos 5 y 6 que contenían estabilizador fueron los tratamientos que presentaron una menor dureza, esto debido al contenido de agua que retuvo el estabilizador. No existieron diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para ninguno de los tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 7. Cambios en dureza a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Dureza \pm D.E. ² (N)		
	Día 0	Día 15	Día 30
3 (ABY-3, Cuajo)	3.02 \pm 0.70 ^a	2.54 \pm 0.30 ^b	2.50 \pm 1.04 ^{abc}
8 (YC-180 Control)	2.95 \pm 0.31 ^{ab}	2.89 \pm 0.47 ^{ab}	3.27 \pm 1.18 ^a
4 (YC-180, Cuajo)	2.79 \pm 0.08 ^{abc}	3.43 \pm 0.90 ^a	2.88 \pm 0.46 ^{ab}
7 (ABY-3 Control)	2.64 \pm 0.58 ^{abc}	2.92 \pm 0.30 ^{ab}	2.51 \pm 1.00 ^{abc}
1 (ABY-3, Cuajo, Estab.)	2.26 \pm 0.60 ^{bc}	2.19 \pm 0.53 ^{bc}	1.84 \pm 0.68 ^{cde}
2 (YC-180, Cuajo, Estab.)	2.05 \pm 0.20 ^{cd}	2.66 \pm 1.03 ^b	2.18 \pm 0.55 ^{bcd}
5 (ABY-3, Estabilizador)	1.46 \pm 0.40 ^{de}	1.29 \pm 0.23 ^d	1.49 \pm 0.57 ^{de}
6 (YC-180, Estabilizador)	1.24 \pm 0.40 ^e	1.51 \pm 0.31 ^c	1.20 \pm 0.37 ^e
CV ³ %	18.60	17.36	21.65

^{abcde} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar. ³CV%: Coeficiente de variación.

En cuanto a la adhesividad (Cuadro 8) los tratamientos 5 y 6 que contenían estabilizador en su formulación presentaron una adhesividad menor para los días cero, 15 y 30, ya que al retener mayor cantidad de agua requieren de menos trabajo para despegarse de una superficie. No existió diferencia significativa a través del tiempo para ningún tratamiento. Ozer *et al.* (1999), indican que las propiedades reológicas del queso de yogur dependen del método de elaboración y el nivel de proteína. Para este estudio la textura fue afectada directamente por el uso de estabilizador y cuajo, los cuales afectan el contenido de sólidos totales y la estructura proteica del queso de yogur.

Cuadro 8. Cambios en adhesividad a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Adhesividad \pm D.E. ² (J)		
	Día 0	Día 15	Día 30
3 (ABY-3, Cuajo)	0.006 \pm 0.0005 ^{ab}	0.006 \pm 0.0010 ^{ab}	0.005 \pm 0.0020 ^{bc}
8 (YC-180 control)	0.007 \pm 0.0009 ^a	0.006 \pm 0.0020 ^{ab}	0.008 \pm 0.0007 ^a
4 (YC-180, Cuajo)	0.005 \pm 0.0003 ^{bc}	0.007 \pm 0.0030 ^a	0.005 \pm 0.0006 ^{bc}
7 (ABY-3 Control)	0.006 \pm 0.0006 ^{ab}	0.006 \pm 0.0005 ^{ab}	0.006 \pm 0.0030 ^{ab}
1 (ABY-3, Cuajo, Estab.)	0.005 \pm 0.0008 ^{bcd}	0.006 \pm 0.0006 ^{ab}	0.004 \pm 0.0008 ^{bc}
2 (YC-180, Cuajo, Estab.)	0.004 \pm 0.0007 ^{de}	0.004 \pm 0.0010 ^b	0.006 \pm 0.0020 ^{abc}
5 (ABY-3, Estabilizador)	0.004 \pm 0.0007 ^e	0.004 \pm 0.0004 ^b	0.004 \pm 0.0006 ^c
6 (YC-180, estabilizador)	0.004 \pm 0.0005 ^{cde}	0.004 \pm 0.0010 ^b	0.004 \pm 0.0007 ^{bc}
CV ³ %	12.50	21.80	26.14

^{abcde} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E.: Desviación estándar. ³CV%: Coeficiente de variación.

Existió una interacción entre los factores cuajo y estabilizador para las variables de textura. Se observó que cuando se combinan ambos factores se contrarresta el efecto de ambos factores mutuamente llevando las medias a un punto intermedio entre los efectos de cuajo y estabilizador por separado.

Análisis de sinéresis. El Cuadro 9 indica que los tratamientos 6 y 5 presentaron un mayor porcentaje de sinéresis a los días cero, 15 y 30 (P<0.05); a su vez estos tratamientos presentaron ATECAL más bajo que el resto (Cuadro 10). Las diferencias encontradas se debieron al efecto del estabilizador (Cuadro 5), el cual retiene un mayor contenido de agua y aumenta la purga. Para el resto de tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas para el día cero; sin embargo para el día 15 el tratamiento 4 obtuvo un porcentaje de sinéresis significativamente más bajo que el resto, y para el día 30 los tratamientos 4, 2, 3 y 7 presentaron un porcentaje de purga significativamente menor a los demás tratamientos. Estos tratamientos contenían cuajo y en el caso del último tratamiento no contenía cuajo ni estabilizador. Disminuyeron el porcentaje de purga, debido a que en el desuerado liberaron un mayor contenido de agua por la compactación que presentó la caseína, liberando el agua entre las partículas y en el caso del tratamiento sin cuajo y estabilizador, el tiempo de desuerado y fermentación ácida fueron suficientes para disminuir la purga.

El porcentaje de purga aumentó levemente a través del tiempo para los tratamientos. Sin embargo, no existieron diferencias estadísticamente significativas excepto para el tratamiento 8, el cual no contenía cuajo ni estabilizador. Al-Kadamany *et al.* (2002), reportaron valores de purga desde un 27%, al día cero, hasta un 38%, al día 11. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el presente estudio, probablemente debido al tiempo de desuerado; puesto que en el estudio de Al-Kadamany *et al.* el tiempo de desuerado fue durante la noche (10-12 horas) mientras en este estudio se desueró durante un periodo de 15 horas como lo establece Özer *et al.* (1999).

Existió interacción entre los factores de cuajo y estabilizador para el porcentaje de purga, con un comportamiento similar a las variables de textura, ya que al combinar los dos factores tuvo un efecto que contrarrestaba el efecto de ambos por separado, obteniendo un porcentaje de purga mayor que el de los tratamientos solo con cuajo pero menor al de los tratamientos solo con estabilizador.

Cuadro 9. Cambios en la sinéresis a través del tiempo en el queso de yogur.

Tratamiento	Purga(%) \pm D.E. ¹		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	11.51 \pm 0.64 ^{a(x)}	11.53 \pm 1.07 ^{ab(x)}	11.36 \pm 0.14 ^{ab(x)}
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	11.51 \pm 0.40 ^{a(x)}	11.87 \pm 0.52 ^{a(x)}	11.68 \pm 0.97 ^{a(x)}
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	9.83 \pm 0.54 ^{b(x)}	10.31 \pm 1.04 ^{ab(x)}	10.33 \pm 0.09 ^{b(x)}
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	9.78 \pm 0.60 ^{b(x)}	10.08 \pm 0.18 ^{ab(x)}	10.39 \pm 0.67 ^{b(x)}
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	9.73 \pm 1.56 ^{b(x)}	10.98 \pm 1.51 ^{ab(x)}	10.87 \pm 0.07 ^{ab(x)}
Trt 7 (ABY-3, Control)	9.68 \pm 0.66 ^{b(x)}	9.92 \pm 0.12 ^{ab(x)}	10.39 \pm 0.75 ^{b(x)}
Trt 8 (YC-180, Control)	9.24 \pm 0.81 ^{b(y)}	10.36 \pm 2.02 ^{ab(xy)}	10.76 \pm 1.01 ^{ab(x)}
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	9.12 \pm 1.03 ^{b(x)}	9.60 \pm 0.47 ^{b(x)}	10.18 \pm 0.64 ^{b(x)}
CV% ²	4.68	10.66	6.42

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

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

¹D.E. Desviación estándar. ²CV% Coeficiente de variación.

Análisis de acidez. El Cuadro 10 indica que los tratamientos con mayor acidez titulable fueron el 8, 2 y 4 al día cero, 15 y 30 (P<0.05). Sin embargo, al día 30 el tratamiento 6 alcanzó una acidez estadísticamente igual a la de los tratamientos 8, 2 y 4. Las diferencias encontradas en cada uno de los días evaluados se debieron al efecto de los diferentes cultivos utilizados, produciéndose un queso de yogur más ácido al utilizar YC-180. Esta variable no se vio afectada por los factores cuajo y estabilizador por lo que el comportamiento de los controles dependió únicamente del cultivo láctico. No hubo diferencias estadísticas significativas a través del tiempo; esto se debió a la disminución de purga que está directamente ligada con el aumento en acidez, al no incrementar la purga tampoco incrementó la acidez.

Cuadro 10. Análisis de ATECAL (acidez titulable) a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	ATECAL(%) ± D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 8 (YC-180, Control)	1.53±0.133 ^a	1.45±0.364 ^a	1.74±0.201 ^a
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	1.44±0.182 ^{ab}	1.38±0.150 ^a	1.60±0.057 ^{ab}
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	1.42±0.294 ^{ab}	1.41±0.427 ^a	1.61±0.315 ^a
Trt 7 (ABY-3, Control)	1.37±0.129 ^{bc}	1.12±0.327 ^{bc}	1.21±0.276 ^c
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	1.37±0.158 ^{bc}	1.23±0.248 ^{abc}	1.37±0.176 ^{bc}
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	1.34±0.151 ^{bc}	1.13±0.282 ^{bc}	1.32±0.030 ^c
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	1.27±0.064 ^{cd}	1.34±0.310 ^{ab}	1.60±0.120 ^{ab}
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	1.18±0.145 ^d	1.02±0.206 ^c	1.28±0.105 ^c
CV% ³	5.14	10.45	9.16

^{abcd} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E.: Desviación estándar. ³CV%: Coeficiente de variación.

El Cuadro 11 indica que el comportamiento del pH fue similar al de ATECAL siendo los tratamientos 8, 4, 6 y 2 los más ácidos en el día cero, 15 y 30 (P<0.05). No existieron diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para todos los tratamientos a pesar de que la tendencia fue que los tratamientos disminuyeran su pH por la actividad que las bacterias pudieron seguir realizando después del envasado del queso. Los tratamientos que utilizaron ABY-3 como cultivo láctico presentaron un pH más alto que los tratamientos que utilizaron YC-180 como cultivo láctico. Se observa además que el estabilizador disminuyó el pH de todos los tratamientos que lo contenían.

Cuadro 11. Análisis del pH a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	pH ± D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 7 (ABY-3, Control)	4.47±0.072 ^a	4.44±0.155 ^a	4.42±0.249 ^a
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	4.45±0.136 ^a	4.46±0.152 ^a	4.39±0.183 ^a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	4.34±0.081 ^b	4.35±0.118 ^b	4.34±0.189 ^a
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	4.33±0.075 ^b	4.31±0.100 ^b	4.33±0.184 ^a
Trt 8 (YC-180, Control)	4.23±0.116 ^c	4.20±0.094 ^c	4.16±0.139 ^b
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	4.22±0.117 ^c	4.14±0.050 ^c	4.14±0.194 ^b
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	4.15±0.110 ^{cd}	4.14±0.081 ^c	4.11±0.134 ^b
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	4.11±0.105 ^d	4.13±0.111 ^c	4.09±0.071 ^b
CV% ³	1.0	1.24	1.6

^{abcd} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E.: Desviación estándar. ³CV%: Coeficiente de variación.

La causa de que el uso de diferentes cultivos lácticos haya afectado la acidez del queso de yogur se atribuye a la presencia de probióticos o no en el cultivo; ya que los probióticos son acidificadores lentos debido a un deficiente sistema proteolítico (Chr-Hansen 2008); mientras que el estabilizador al reducir la actividad de agua en la leche a fermentar, dificulta la actividad de las bacterias ya que las bacterias necesitan una actividad de agua de 0.9 (Ramírez 2005).

Al comparar la acidez titulable de los tratamientos con el tiempo se observa que la acidez disminuyó al día 15 y aumentó de nuevo en el día 30 a valores similares al día cero. A pesar de este comportamiento no existieron diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para ningún tratamiento. Los tratamientos con estabilizador de yogur obtuvieron los menores valores de acidez mientras que el cuajo no afectó la acidez titulable del queso de yogur. Al-Kadamany *et al.* (2002), reportaron un incremento del 0.5 a 0.6% en la acidez, debido al incremento de la purga; dado que en este estudio no existió incremento considerable de la purga a través del tiempo tampoco existió en ATECAL y pH.

Análisis de grasa. La concentración final de grasa en los tratamientos dependió del porcentaje inicial de grasa de la leche descremada aumentando de 4 a 5 veces su concentración inicial. En el Cuadro 12 se observa que el tratamiento 7 fue el que presentó un porcentaje de grasa más alto, seguido de los tratamientos 8, 4, 3, 2 y 1; los tratamientos 5 y 6 que contenían estabilizador fueron estadísticamente diferentes a los demás siendo los que presentaron el menor porcentaje de grasa. El uso de estabilizador afectó el contenido de grasa (Cuadro 5), esto debido a la propiedad de los hidrocoloides de retener agua en la matriz en la que se encuentre disminuyéndose así la concentración de los sólidos (Cubero *et al.* 2002).

Nsabimana *et al.* (2005), reportaron el contenido de grasa del queso de yogur desde 6.43% hasta 10.70%. Estos porcentajes se obtuvieron de quesos elaborados a partir de leche entera, razón por la cual no coinciden con los resultados obtenidos en el presente estudio. Además el contenido de grasa obtenido coincide con el valor de rendimiento obtenido, el cual es alrededor del 27%; es decir que el queso de yogur fue concentrado aproximadamente cuatro veces respecto a la leche descremada con 0.5% de grasa.

Cuadro 12. Análisis de grasa en el queso de yogur.

Tratamiento	Grasa (%)	
	Media± D.E. ¹	Separación de medias (P<0.05)
Trt 7 (ABY-3, Control)	2.33±0.577	a
Trt 8 (YC-180, Control)	2.25±0.250	ab
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	2.17±0.289	ab
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	2.00±0.000	ab
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	2.00±0.000	ab
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	1.92±0.144	ab
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	1.83±0.289	b
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	1.83±0.289	b
CV ² %	12.13	

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

¹D.E. Desviación estándar. ²CV% Coeficiente de variación.

Resultados de calibración interna para cuantificación de vitaminas por HPLC. Como resultado de la calibración para vitaminas hidrosolubles por HPLC, utilizando el método modificado de Perveen *et al.* (2009), se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal mostradas en el Cuadro 13, donde la variable independiente (x) es la concentración de la vitamina en mg/mL y la variable dependiente (y) es el área bajo el pico.

Cuadro 13. Curvas de calibración para vitaminas por HPLC.

Vitamina	Ecuación	R ²	λ (nm)
Clorhidrato de tiamina	$y = 25218.95x - 61.36$	0.9994	254
Riboflavina	$y = 52686.76x + 105.68$	0.9997	254
Ácido nicotínico y Clorhidrato de Piridoxina	$y = 21581.58x - 33.18$	0.9993	254
Ácido fólico	$y = 5061.29x + 16.48$	0.9997	254
Cianocobalamina	$y = 45212.55x - 134.14$	0.9997	204
Ácido ascórbico	$y = 36335.68x - 104.60$	0.9999	254

El método a su vez fue validado, resultando válido para todas las vitaminas analizadas excepto el ácido pantótenico (B5) ya que este es poco detectable en el espectro UV (Blake 2007) y el clorhidrato de tiamina (B1) ya que el pico para esta vitamina queda bajo el pico de la riboflavina (B2). A su vez se realizó un ensayo de recuperación donde se determinó los porcentajes de recuperación para cada una de las vitaminas analizadas.

Debido a que al realizar el análisis de vitaminas en las muestras bajo estudio no era clara la presencia de todas las vitaminas, sino solamente de la riboflavina, el análisis estadístico se realizó solamente para dicha vitamina. El problema de detección de vitaminas se pudo

deber a un método de extracción que no se adaptó bien a la matriz del producto o la cantidad de vitaminas en el producto fue muy baja para ser detectada por el aparato.

Análisis de contenido de vitamina B2 (riboflavina). En el Cuadro 14 se puede observar que el queso de yogur presentó una mayor concentración de vitamina B2 comparado con el yogur natural, esto debido al aumento de concentración en los sólidos y además a la actividad de las bacterias acidolácticas. Se observa que el queso de yogur con YC-180 como cultivo láctico presenta el mayor contenido de vitamina B2, seguido del queso de yogur con probióticos y el yogur que son estadísticamente iguales y finalmente la leche descremada a la cual no fue posible cuantificarle el contenido de vitamina B2 debido a las bajas concentraciones que posee. Se cree que la razón por la que la cantidad de vitamina B2 fue menor en el queso con probióticos es el efecto antagónico que puede ocasionar un cultivo iniciador con un cultivo probiótico ya que el cultivo ABY-3 contiene ambos cultivos (Heller 2008). Según Nutrition Data, el contenido de vitamina B2 para yogur natural bajo en grasa es de 0.002 mg/g; los resultados obtenidos no coinciden siendo 10 veces mayores a estos. Se pudo deber a diversos factores, principalmente a que era la primera vez que se realizaba este método por lo que pudo existir errores en el proceso.

Cuadro 14. Contenido de vitamina B2 (riboflavina) en el queso de yogur.

Tratamiento	Vitamina B2 (mg/g) ¹	
	Media± D.E. ²	Separación de medias (P<0.05)
Trt 1 (Queso de yogur con YC-180)	0.050±0.011	a
Trt 2 (Queso de yogur con ABY-3)	0.028±0.009	b
Trt 3 (Yogur natural)	0.024±0.004	b
Trt 4 (Leche descremada)	0.000±0.000	c
CV ³ %	29.74	

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

¹Miligramos de riboflavina por gramo de muestra. ²D.E. Desviación estándar. ³CV% Coeficiente de variación.

En el Cuadro 15 se observa el efecto de cada factor sobre los atributos sensoriales. Fue significativo el factor cultivo para los atributos acidez, sabor y aceptación general. Mientras los factores estabilizador y cuajo fueron significativos solamente para el atributo apariencia. No hubo efecto del tiempo sobre el nivel de aceptación de los distintos atributos, así como tampoco ocurrió interacción alguna que afectara el nivel de aceptación para cada atributo. Es importante resaltar que se justificó el uso de un diseño de bloques (panelistas) puesto que existió diferencia significativa entre estos.

Cuadro 15. Probabilidad de los factores para las variables sensoriales en el queso de yogur.

Factor ¹	Variables sensoriales					
	Ap. ²	Aroma	Acidez	Textura	Sabor	A. Gral. ³
Pr>f(C)	0.9678	0.9035	0.0007	0.4232	0.0034	0.0058
Pr>f(E)	<.0001	0.7162	0.9406	0.5655	1.0000	0.9455
Pr>f(Cj)	0.0463	0.7162	0.5811	0.2883	0.4086	0.1514
Pr>f(B)	0.0007	<.0001	<.0001	0.0009	<.0001	<.0001
Pr>f(t)	0.3196	0.9416	0.9035	0.1124	0.4735	0.2189
Pr>f(C × E)	0.7016	0.0760	0.8697	0.8754	0.7595	0.8374
Pr>f(E × Cj)	0.0764	0.3530	0.4208	0.7805	0.8065	0.6322
Pr>f(Cj × C)	0.8560	0.3744	0.7769	0.5655	0.2842	0.3386
Pr>f(C × E × Cj)	0.8718	0.2583	0.8346	0.2963	1.0000	0.7583
Pr>f(C × E × Cj × t)	0.5825	0.9928	0.6432	0.3681	0.3299	0.7510

¹Pr>f(C) Probabilidad de factor Cultivo. Pr>f(E) Probabilidad de factor Estabilizador. Pr>f(CJ) Probabilidad de factor Cuajo. Pr>f(B) Probabilidad de factor Bloque. Pr>f(t) Probabilidad de factor Tiempo. Pr>f(C × E) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo y Estabilizador. Pr>f(E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Estabilizador y Cuajo. Pr>f(Cj × C) Probabilidad de la interacción de los factores Cuajo y Cultivo. Pr>f(C × E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador y Cuajo. Pr>f(C × E × Cj × t) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador, Cuajo y Tiempo. ²Ap. Atributo Apariencia. ³A.Gral. Aceptación general.

Atributo apariencia. El Cuadro 16 indica que, los panelistas le dieron mayor nivel de aceptación al resto de los tratamientos por sobre los tratamientos 5 y 6 ($P < 0.05$) los cuales contenían estabilizador. Las diferencias en apariencia que percibieron los panelistas se debieron al efecto estabilizador y el cuajo, siendo los más aceptados aquellos tratamientos sin estabilizador y con cuajo; esta preferencia por los productos sin estabilizador fue debida a la purga que este produce, ya que es notoria y le da mal aspecto al queso. Al comparar estos resultados con el análisis de color (Cuadro 12) se hace evidente que los panelistas prefirieron aquellos tratamientos con un valor L mayor por lo tanto de tonalidad más clara.

Cuadro 16. Análisis del atributo apariencia a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Apariencia \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	7.38 \pm 0.86 ^a	7.43 \pm 1.08 ^{ab}	6.95 \pm 1.28 ^{abc}
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	7.24 \pm 0.89 ^a	7.19 \pm 0.92 ^{ab}	7.48 \pm 1.03 ^a
Trt 8 (YC-180 Control)	7.24 \pm 0.94 ^a	7.43 \pm 0.98 ^{ab}	6.76 \pm 1.30 ^{abc}
Trt 7 (ABY-3 Control)	7.19 \pm 1.25 ^a	7.57 \pm 0.81 ^a	7.14 \pm 1.20 ^{ab}
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	7.00 \pm 1.14 ^a	6.76 \pm 1.41 ^{bc}	6.71 \pm 1.27 ^{abc}
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.86 \pm 1.62 ^{ab}	6.95 \pm 1.40 ^{abc}	7.19 \pm 1.08 ^{ab}
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.24 \pm 1.22 ^b	6.86 \pm 1.62 ^{abc}	6.29 \pm 1.62 ^c
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	6.19 \pm 1.29 ^b	6.43 \pm 1.36 ^c	6.67 \pm 1.20 ^{bc}
Coeficiente de variación (%)	15.90	15.62	17.98

^{abc} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Atributo aroma. El Cuadro 17 indica que la calificación de aroma no fue significativamente diferente a través del tiempo, y ninguno de los factores afectó la aceptación de todos los tratamientos de queso de yogur, lo que indica que el aroma característico del queso no se pierde a pesar de agregar cuajo, estabilizador y probióticos.

Cuadro 17. Análisis del atributo aroma a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Aroma \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 8 (YC-180 Control)	6.76 \pm 1.34 ^a	7.05 \pm 1.07 ^a	6.86 \pm 1.15 ^a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.67 \pm 1.06 ^a	6.90 \pm 1.18 ^{ab}	6.71 \pm 1.38 ^a
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	6.95 \pm 1.32 ^a	6.90 \pm 1.04 ^{ab}	6.71 \pm 1.31 ^a
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	6.57 \pm 1.08 ^a	6.67 \pm 0.91 ^{ab}	6.86 \pm 1.20 ^a
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.67 \pm 0.97 ^a	6.62 \pm 1.24 ^{ab}	6.71 \pm 1.62 ^a
Trt 7 (ABY-3 Control)	6.62 \pm 1.40 ^a	6.57 \pm 1.57 ^{ab}	6.62 \pm 1.12 ^a
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	6.71 \pm 1.15 ^a	6.38 \pm 1.24 ^{ab}	6.90 \pm 1.34 ^a
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	6.43 \pm 1.25 ^a	6.33 \pm 0.97 ^b	6.33 \pm 1.53 ^a
Coeficiente de variación (%)	17.21	15.82	19.58

^{ab} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Atributo acidez. El Cuadro 18 indica que los tratamientos que contenían el cultivo YC-180 fueron los de menor aceptación al día cero, aceptándose por igual el resto de tratamientos respecto a acidez ($P < 0.05$). Esto se debió al factor cultivo (Cuadro 15), siendo más aceptada la acidez brindada al queso de yogur por el cultivo ABY-3 el cual tiene la menor acidez como ATECAL y pH; el cultivo ABY-3 produce una acidez menor debido a que los cultivos probióticos son malos acidificadores por un pobre funcionamiento o carencia de un sistema proteolítico (Chr-Hansen 2008). En el día 15 el resto de tratamientos fueron preferidos por sobre el tratamiento 7. Esto se pudo deber a que el probiótico *B. bifidum* es un organismo heterofermentativo el cual produce ácido acético, entre otros compuestos, que puede brindar al queso un sabor picante que puede ser confundido con la acidez y no ser agradable a las personas. Para el día 30 todos los tratamientos fueron preferidos por igual en cuanto a acidez se refiere. Esto fue debido a que todos los tratamientos aumentaron su acidez y fue más difícil que los panelistas encontraran diferencias entre tratamientos.

La comparación de la calificación sensorial en el atributo acidez a través del tiempo indica que los panelistas no encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Lo anterior coincide con los análisis de acidez, ATECAL y pH, en los cuales tampoco hubo diferencias significativas a través el tiempo. Se esperaba que existiera un incremento en acidez a través del tiempo, sin embargo al disminuir la purga la acidez también disminuyó ya que estas variables están directamente relacionadas y provocó que no existieran diferencias a través del tiempo.

Cuadro 18. Análisis del atributo acidez a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Acidez \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 7 (ABY-3 Control)	6.86 \pm 1.71 ^a	5.62 \pm 1.94 ^b	6.14 \pm 1.56 ^a
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	6.38 \pm 1.24 ^{ab}	6.33 \pm 1.74 ^{ab}	6.24 \pm 1.41 ^a
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	6.19 \pm 1.44 ^{ab}	6.67 \pm 1.46 ^a	6.76 \pm 1.73 ^a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.19 \pm 1.57 ^{ab}	5.81 \pm 1.75 ^{ab}	6.00 \pm 1.97 ^a
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.05 \pm 1.88 ^{ab}	5.76 \pm 1.70 ^{ab}	5.81 \pm 1.91 ^a
Trt 8 (YC-180 Control)	5.90 \pm 1.51 ^{ab}	5.95 \pm 1.56 ^{ab}	5.90 \pm 1.58 ^a
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	5.62 \pm 1.99 ^b	6.24 \pm 2.05 ^{ab}	5.95 \pm 1.77 ^a
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	5.62 \pm 1.43 ^b	6.00 \pm 1.45 ^{ab}	6.19 \pm 1.99 ^a
Coefficiente de variación (%)	24.84	27.07	26.83

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

Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Atributo textura. El Cuadro 19 indica que los tratamientos no muestran una tendencia clara en cuanto a aceptación de este atributo. El Cuadro 15 indica que ningún factor afectó la aceptación del queso en cuanto al atributo de textura y tampoco hubo diferencias significativas a través del tiempo. En el día 15 el resto de tratamientos fueron preferidos por igual sobre el tratamiento 6 el cual contenía estabilizador; este a su vez según análisis de textura tiene la menor dureza en este día (Cuadro 7). Para el día 30 no se encontraron diferencias significativas en cuanto a textura entre los tratamientos evaluados, esto es debido a que en el día 30 aumenta la sinéresis y es más difícil encontrar diferencias entre tratamientos. Se esperaba que los panelistas detectaran diferencias entre tratamientos debido a los factores de cuajo y estabilizador, sin embargo la carencia de un panel entrenado influyó en estos resultados.

Cuadro 19. Análisis del atributo textura a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Textura \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	7.24 \pm 0.89 ^a	6.91 \pm 1.09 ^{ab}	6.53 \pm 1.44 ^a
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	6.76 \pm 1.70 ^{ab}	7.29 \pm 1.19 ^a	6.71 \pm 1.62 ^a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.67 \pm 1.35 ^{ab}	6.62 \pm 1.43 ^{ab}	6.71 \pm 1.52 ^a
Trt 7 (ABY-3 Control)	6.57 \pm 2.01 ^{ab}	6.90 \pm 1.30 ^{ab}	6.43 \pm 1.75 ^a
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	6.57 \pm 1.21 ^{ab}	7.29 \pm 0.96 ^a	7.05 \pm 1.28 ^a
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	6.52 \pm 1.08 ^{ab}	6.43 \pm 1.60 ^b	6.90 \pm 1.37 ^a
Trt 8 (YC-180 Control)	6.29 \pm 1.42 ^b	7.33 \pm 1.15 ^a	6.76 \pm 1.30 ^a
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.24 \pm 1.67 ^b	6.62 \pm 1.66 ^{ab}	6.95 \pm 1.32 ^a
Coeficiente de variación (%)	20.96	18.20	20.46

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

Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Atributo sabor. Los panelistas no lograron detectar diferencias respecto a sabor en el día cero (Cuadro 20). Mientras que en el día 15 sí detectaron diferencias significativas (P<0.05), siendo los mejor calificados los tratamientos 3, 1, 8, 4 y 6; las diferencias percibidas por los panelistas se debió al efecto del cultivo (Cuadro 15). En el día 30 los panelistas prefirieron al resto de tratamientos sobre los tratamientos 8 y 6; siendo el de calificación más alta respecto a sabor el cultivo ABY-3.

Debido a que en el queso de yogur la acidez es el atributo dominante, los panelistas relacionan el atributo sabor directamente con la acidez, por lo cual al detectarse diferencias en acidez también se detectaron diferencias en sabor. Coincidieron en que los tratamientos con la acidez más aceptada son los que tienen mayor calificación en sabor.

Cuadro 20. Análisis del atributo sabor a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Sabor \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	6.76 \pm 1.45 ^a	6.67 \pm 1.46 ^{ab}	6.43 \pm 1.57 ^{ab}
Trt 7 (ABY-3 Control)	6.62 \pm 2.13 ^a	5.71 \pm 1.76 ^c	6.29 \pm 1.65 ^{ab}
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.43 \pm 1.57 ^a	6.00 \pm 1.79 ^{bc}	6.38 \pm 1.66 ^{ab}
Trt 8 (YC-180 Control)	6.43 \pm 1.29 ^a	6.67 \pm 1.35 ^{ab}	5.76 \pm 1.67 ^b
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	6.14 \pm 1.49 ^a	7.05 \pm 1.16 ^a	6.86 \pm 1.71 ^a
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	6.05 \pm 1.36 ^a	6.52 \pm 1.21 ^{abc}	5.76 \pm 2.02 ^b
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.00 \pm 1.92 ^a	6.14 \pm 1.49 ^{bc}	5.90 \pm 1.78 ^{ab}
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	5.86 \pm 1.65 ^a	6.52 \pm 1.36 ^{abc}	6.24 \pm 1.89 ^{ab}
Coefficiente de variación (%)	25.01	21.56	27.39

^{abc} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Aceptación general. El Cuadro 21 indica que el panel aceptó mejor al resto de tratamientos por sobre el tratamiento 4 en el día cero. Para el día 15 los panelistas calificaron mejor al resto de tratamientos por sobre el tratamiento 7 (P<0.05); las diferencias encontradas se debieron al efecto del cultivo sobre la aceptación general (Cuadro 15), debido a la acidez que provoca el cultivo en el queso como se mencionó anteriormente. Finalmente, en el día 30 los panelistas no encontraron diferencia significativa en cuanto a aceptación general se refiere. No hubo diferencia significativa de los tratamientos a través del tiempo.

Cuadro 21. Análisis de la aceptación general a través del tiempo en el queso de yogur¹.

Tratamiento	Aceptación general \pm D.E. ²		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	6.86 \pm 1.31 ^a	6.71 \pm 1.45 ^{ab}	6.57 \pm 1.47 ^a
Trt 7 (ABY-3 Control)	6.67 \pm 1.88 ^{ab}	6.24 \pm 1.61 ^b	6.29 \pm 1.62 ^a
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	6.52 \pm 1.03 ^{ab}	7.14 \pm 1.11 ^a	7.05 \pm 1.56 ^a
Trt 8 (YC-180 Control)	6.52 \pm 1.29 ^{ab}	6.81 \pm 1.44 ^{ab}	6.14 \pm 1.42 ^a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	6.29 \pm 1.35 ^{ab}	6.33 \pm 1.39 ^{ab}	6.57 \pm 1.50 ^a
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	6.10 \pm 1.26 ^{ab}	6.33 \pm 1.24 ^{ab}	6.10 \pm 1.61 ^a
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	6.10 \pm 1.76 ^{ab}	6.52 \pm 1.25 ^{ab}	6.33 \pm 1.71 ^a
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	5.95 \pm 1.56 ^b	6.90 \pm 1.22 ^{ab}	6.29 \pm 1.65 ^a
Coefficiente de variación (%)	21.75	18.66	23.61

^{ab} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 1= Me disgusta mucho 9= Me gusta mucho. ¹No existieron diferencias significativas a través del tiempo. ²D.E. Desviación estándar.

Resumen del análisis sensorial exploratorio. La Figura 2 muestra que en general los tratamientos que incluían el cultivo con probióticos (ABY-3) obtuvieron más altas puntuaciones, pero no estadísticamente significativas, en los atributos evaluados, siendo

los de mayores calificaciones, al sumar las medias de las calificaciones sensoriales obtenidas durante todo el experimento, los tratamientos 3 y 1. Por esta razón estos tratamientos fueron escogidos para realizar un análisis de preferencia pareada utilizando 100 personas. Además se observó que los tratamientos que incluían solamente estabilizador y ambos cultivos fueron los que menor aceptación obtuvieron por parte del panel, esto indica que no es conveniente utilizar solamente el estabilizador en el queso de yogur.

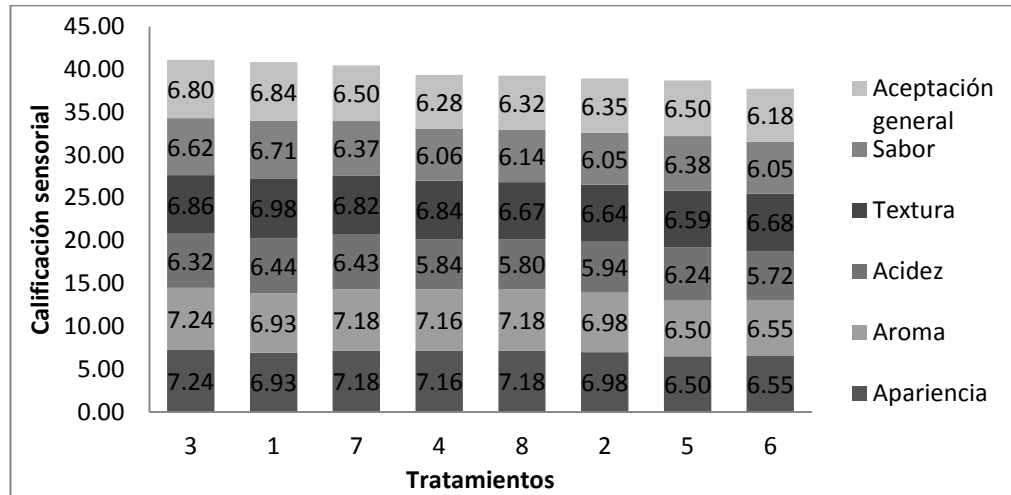


Figura 2. Resumen del análisis sensorial exploratorio para los atributos del queso de yogur.

Análisis sensorial de preferencia. El análisis de preferencia se realizó entre los tratamientos 3 y 1, evaluados con las mejores calificaciones en la evaluación sensorial (Figura 2). Es importante recalcar que al no existir diferencias significativas entre tratamientos se escogieron los que presentaban las medias más altas para realizar la prueba de preferencia. El tratamiento 1 fue el mejor calificado en la prueba de preferencia. Según Meilgaard *et al.* (1999), para una evaluación con 100 personas es necesario que un tratamiento sea preferido como mínimo por 59 personas (Cuadro 22), dado que el tratamiento 1 fue preferido por 64 personas, entonces existió una preferencia significativa por este tratamiento.

Cuadro 22. Análisis de preferencia de los dos mejores tratamientos del queso de yogur.

Tratamiento	Personas	Mínimo Requerido ¹
Trt 1 (ABY-3, Est., Cuajo)	64	59
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	36	59
Total	100	

¹Número mínimo de personas que deben preferir un tratamiento (n=100 y $\alpha=0.05$).

El Cuadro 23 indica el efecto que tuvo cada factor sobre las variables microbiológicas. Únicamente el factor cultivo tuvo efecto sobre el contenido de bacterias acidolácticas. Hubo un efecto del tiempo sobre el contenido de bacterias acidolácticas y hongos y levaduras. No existieron interacciones de ningún tipo entre factores y fue efectivo usar un diseño de bloques ya que fueron diferentes entre ellos para las variables de bacterias acidolácticas y hongos y levaduras.

Cuadro 23. Probabilidad de los factores para las variables microbiológicas en el queso de yogur.

Factor ¹	Variables microbiológicas		
	BAL ²	H y L ³	Colif. T. ⁴
Pr>f(Cultivo)	<.0001	0.5583	1.0000
Pr>f(Estabilizador)	0.6460	0.6896	1.0000
Pr>f(Cuajo)	0.6057	0.7725	1.0000
Pr>f(Bloque)	0.0097	0.0226	0.3798
Pr>f(Tiempo)	<.0001	0.0003	0.3253
Pr>f(Cultivo × Estabilizador)	0.9202	0.7039	1.0000
Pr>f(Estabilizador × Cuajo)	0.7355	0.9463	1.0000
Pr>f(Cuajo × Cultivo)	0.9772	0.6269	1.0000
Pr>f(C × E × Cj)	0.7353	0.9308	1.0000
Pr>f(C × E × Cj × t)	0.9071	0.0680	0.4506

¹Pr>f(C × E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador y Cuajo. Pr>f(C × E × Cj × t) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador, Cuajo y Tiempo. ²BAL Bacterias acidolácticas. ³H y L: hongos y levaduras. ⁴Colif. T.: Coliformes totales.

El Cuadro 24 muestra el efecto de cada factor sobre las variables microbiológicas para cada día por separado. Se puede observar que para el día cero ningún factor tuvo significancia sobre las variables, sin embargo si existió diferencia entre los bloques. Para el día 15 las bacterias acidolácticas se vieron afectadas por el factor cultivo y hubo diferencia entre bloques para la misma variable. Finalmente para el día 30 las bacterias acidolácticas se vieron afectadas por los factores cultivo y cuajo y hubo diferencia entre bloques para la misma variable. No hubo interacciones de ningún tipo.

Cuadro 24. Probabilidad de los factores para las variables microbiológicas en el queso de yogur.

Factor ¹	Variables microbiológicas					
	Día 0		Día 15		Día 30	
	BAL ²	H y L ³	BAL	H y L	BAL	H y L
Pr>f(C)	0.1801	-	<0.0001	0.0670	<.0001	0.9786
Pr>f(E)	0.298	-	0.5739	0.8633	0.8323	0.1252
Pr>f(Cj)	0.3789	-	0.6671	0.8818	0.0343	0.3941
Pr>f(B)	0.0210	-	0.0269	0.0539	<.0001	0.1414
Pr>f(C × E)	0.5768	-	0.6088	0.5530	0.3094	0.4860
Pr>f(E × Cj)	0.3966	-	0.8762	0.8470	0.2851	0.9757
Pr>f(Cj × C)	0.2818	-	0.9863	0.3658	0.1195	0.0152
Pr>f(C × E × Cj)	0.6566	-	0.9810	0.8009	0.3187	0.1145

¹Pr>f(C) Probabilidad de factor Cultivo. Pr>f(E) Probabilidad de factor Estabilizador. Pr>f(CJ) Probabilidad de factor Cuajo. Pr>f(B) Probabilidad de factor Bloque. Pr>f(T) Probabilidad de factor Tiempo. Pr>f(C × E) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo y Estabilizador. Pr>f(E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Estabilizador y Cuajo. Pr>f(Cj × C) Probabilidad de la interacción de los factores Cuajo y Cultivo. Pr>f(C × E × Cj) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador y Cuajo. Pr>f(C × E × Cj × T) Probabilidad de la interacción de los factores Cultivo, Estabilizador, Cuajo y Tiempo. ²BAL Bacterias acidolácticas. ³H y L hongos y levaduras.

Análisis de bacterias acidolácticas (BAL). En el Cuadro 25 se observa el comportamiento de las bacterias acidolácticas para los distintos tratamientos a través del tiempo. En el día cero no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo para los días 15 y 30 los tratamientos 4, 2, 6 y 8 que contienen YC-180 como cultivo láctico presentan un conteo de BAL mayor que los tratamientos que contienen ABY-3 como cultivo láctico (Cuadro 25). Se debe considerar que en el análisis de BAL no se tomó en cuenta el conteo de *B. bifidum* por ser una bacteria estrictamente anaerobia y también los conteos de *L. acidophilus* se vieron limitados por ser microorganismos microaerófilos. Sin embargo, se observó muy bien que el antagonismo entre BAL provocó la disminución de la población de las mismas.

A pesar de que la tendencia a través del tiempo es que los conteos disminuyan, los tratamientos 4, 6, 8, 2 y 1 no presentaron diferencias estadísticas a través del tiempo mientras que los tratamientos 7, 5 y 3 empiezan a tener diferencias estadísticas altamente significativas a partir del día 15. Los tratamientos que contenían cuajo tuvieron conteos más altos que el resto de tratamientos al día 30, debido a que la quimosina al romper la estructura cuaternaria de la κ -caseína facilita la proteólisis por parte de las bacterias (Gilliland *et al.* 1991).

El conteo mínimo de bacterias que debe contener un producto que indica en su etiqueta que posee organismos vivos debe ser de 10^7 UFC/g. (Codex Alimentarius 2003). Esto indica que al día 30 el queso de yogur aún contenía el mínimo requerido de bacterias.

Cuadro 25. Cambios en la viabilidad de bacterias acidolácticas a través del tiempo en el queso de yogur.

Tratamiento	Bacterias acidolácticas (log UFC/g) \pm D.E. ¹		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	9.25 \pm 0.171 ^{a(x)}	9.17 \pm 0.026 ^{a(x)}	8.54 \pm 0.433 ^{ab(x)}
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	9.14 \pm 0.174 ^{a(x)}	9.10 \pm 0.138 ^{a(x)}	8.22 \pm 0.510 ^{ab(x)}
Trt 7 (ABY-3, Control)	9.13 \pm 0.102 ^{a(x)}	7.59 \pm 0.919 ^{b(y)}	7.07 \pm 1.344 ^{d(y)}
Trt 8 (YC-180, Control)	9.10 \pm 0.214 ^{a(x)}	9.07 \pm 0.273 ^{a(x)}	8.56 \pm 0.461 ^{a(x)}
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	9.06 \pm 0.136 ^{a(x)}	9.16 \pm 0.249 ^{a(x)}	8.46 \pm 0.457 ^{ab(x)}
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	9.02 \pm 0.566 ^{a(x)}	7.70 \pm 0.634 ^{b(y)}	6.97 \pm 0.779 ^{d(y)}
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	8.97 \pm 0.636 ^{a(x)}	7.58 \pm 0.919 ^{b(y)}	7.49 \pm 0.997 ^{cd(y)}
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	8.60 \pm 0.581 ^{a(x)}	7.85 \pm 0.792 ^{b(x)}	7.85 \pm 0.798 ^{bc(x)}
CV ² %	3.05	5.02	5.01

^{abcd} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

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

¹D.E. Desviación estándar. ²CV% Coeficiente de variación.

Análisis de hongos y levaduras. El conteo de hongos y levaduras fue igual para todos los tratamientos en el día cero siendo menor a 10 UFC/g de queso (Cuadro 26). Sin embargo al día 15 los tratamientos 5, 7, 1, 4 y 3 presentaron conteos más altos aunque no estadísticamente diferentes a los demás y al día 30 el tratamiento 2 también presentó conteos de hongos y levaduras siendo los tratamientos 8 y 6 los únicos que no cambiaron sus conteos a través del tiempo.

Los tratamientos que presentaron diferencias a través del tiempo fueron los tratamientos 4 y 7, con conteos mayores a 500 UFC/g de queso al día 30. Nsabimana *et al.* (2005), indicaron que la adición de sorbato de potasio a 0.1% limita el conteo de hongos y levaduras a menos de 10 UFC/g, por lo que los conteos altos y variables de mohos y levaduras para el presente estudio probablemente se debieron a la falta de uniformidad en la adición de sorbato de potasio.

El límite máximo de hongos y levaduras permitidos para leches fermentadas según la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF) por sus siglas en inglés, es de 500 UFC/g por lo que al día 30 los tratamientos 7 y 4 ya no cumplían con los estándares de calidad mínimos permitidos.

Cuadro 26. Conteo de hongos y levaduras en el queso de yogur a través del tiempo.

Tratamiento	Hongos y levaduras (log UFC/g) \pm D.E. ¹		
	Día 0	Día 15	Día 30
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	1.41 \pm 1.242 ^{a(x)}	1.21 \pm 0.884 ^{abc(x)}
Trt 7 (ABY-3, Control)	0.70 \pm 0.0 ^{a(y)}	1.41 \pm 0.976 ^{a(y)}	2.71 \pm 1.196 ^{ab(x)}
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	1.25 \pm 0.704 ^{a(x)}	0.80 \pm 0.173 ^{bc(x)}
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	0.70 \pm 0.0 ^{a(y)}	1.08 \pm 0.662 ^{a(y)}	2.76 \pm 1.885 ^{a(x)}
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	1.05 \pm 0.601 ^{a(x)}	1.42 \pm 0.997 ^{abc(x)}
Trt 8 (YC-180, Control)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	0.70 \pm 0.000 ^{a(x)}	0.70 \pm 0.000 ^{c(x)}
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	0.70 \pm 0.000 ^{a(x)}	0.70 \pm 0.000 ^{c(x)}
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	0.70 \pm 0.0 ^{a(x)}	0.70 \pm 0.000 ^{a(x)}	1.93 \pm 2.136 ^{abc(x)}
CV ² %	0.0	57.62	72.44

^{abc} Tratamientos seguidos de diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

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

¹D.E. Desviación estándar. ²CV% Coeficiente de variación.

Coliformes. El Cuadro 27 presenta el conteo de coliformes de todos los tratamientos al día cero y 30 del queso de yogur. Estos conteos demuestran que se cumplió con los parámetros de calidad microbiológica establecidos por ICAITI para productos lácteos y derivados, ya que todos los conteos finales fueron menores a 10 UFC de coliformes totales por gramo de muestra.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo para ningún tratamiento. Esto se logró siguiendo las buenas prácticas de manufactura a través de todo el proceso de elaboración del queso desde la pasteurización de la leche hasta su almacenamiento a 4°C después del envasado. La alta acidez en el queso de yogur limita el crecimiento de patógenos incluidos los coliformes totales; por esta razón los crecimientos de coliformes en el presente estudio fueron bajos.

Cuadro 27. Conteo de coliformes totales en el queso de yogur a través del tiempo.

Tratamiento	Coliformes totales (UFC/g) ¹	
	Día 0	Día 30
Trt 7 (ABY-3, Control)	<10	<10
Trt 8 (YC-180, Control)	<10	<10
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	<10	<10
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	<10	<10
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	<10	7
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	<10	<10
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	<10	<10
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	<10	<10
CV ² %	0.0	16.97

¹Nivel máximo permitido es de 10 UFC/g de producto. ²CV%. Coeficiente de variación.

El Cuadro 28 muestra el efecto de los factores sobre el rendimiento. Se observa que los factores cuajo y estabilizador afectaron el rendimiento y existió interacción entre los mismos factores. Hubo diferencias entre bloques.

Cuadro 28. Probabilidad de los factores para el rendimiento en el queso de yogur.

Factor	%Rendimiento
Pr>f ¹ (Cultivo)	0.8249
Pr>f(Estabilizador)	<0.0001
Pr>f(Cuajo)	<0.0001
Pr>f(Bloque)	0.0089
Pr>f(Tiempo)	-
Pr>f(Cultivo × Estabilizador)	0.5564
Pr>f(Estabilizador × Cuajo)	0.0021
Pr>f(Cuajo × Cultivo)	0.7694
Pr>f(Cultivo × Estabilizador × Cuajo)	0.0631

¹Pr>f Probabilidad mayor que el F calculado.

Efecto de los factores cultivo, cuajo y estabilizador sobre las variables físico-químicas. Se observa en el Cuadro 29 que el estabilizador aumentó el rendimiento de los tratamientos, mientras que el cuajo redujo el rendimiento de los mismos.

Cuadro 29. Efecto de los factores cultivo, cuajo y estabilizador sobre el rendimiento.

Rendimiento%					
Factor		Factor		Factor	
Estabilizador %	Separación de medias ¹	Cuajo %	Separación de medias	Cultivo láctio	Separación de medias
0.5	a	0.0001	b	YC-180	a
0.0	b	0.0000	a	ABY-3	a

¹Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) son significativamente diferentes (P<0.05).

Análisis de rendimiento. El Cuadro 30 indica que los tratamientos 6 y 5 presentaron el mayor rendimiento, seguidos de los tratamientos 1 y 2, 7 y 8, 4 y finalmente el tratamiento 3 con el rendimiento más bajo. El uso de cuajo, estabilizador y la mezcla de ambos determinaron el rendimiento del queso de yogur, siendo los tratamientos que contenían estabilizador (Cuadro 29) los de mayor rendimiento y los que contenían cuajo (Cuadro 39) los de menor rendimiento. Esto se debe a que el estabilizador ayuda a retener agua y la proteólisis que causa el cuajo en las proteínas limita la retención de agua (Gilliland *et al.* 1991). En resumen, el rendimiento dependió del contenido de humedad en el queso de yogur como lo describe Hill (2010).

Cuadro 30. Rendimiento de los tratamientos del queso de yogur.

Tratamiento	Rendimiento (%)	
	Media± D.E. ¹	Separación de medias (P<0.05)
Trt 6 (YC-180, Estabilizador)	37.97±0.436	a
Trt 5 (ABY-3, Estabilizador)	37.47±1.684	a
Trt 1 (ABY-3, Estab., Cuajo)	33.94±1.225	b
Trt 2 (YC-180, Estab., Cuajo)	32.87±1.480	b
Trt 7 (ABY-3, Control)	29.09±1.073	c
Trt 8 (YC-180, Control)	28.63±1.180	cd
Trt 4 (YC-180, Cuajo)	27.45±0.476	de
Trt 3 (ABY-3, Cuajo)	26.74±0.214	e
CV ² %	2.62	

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

¹D.E. Desviación estándar. ²CV% Coeficiente de variación.

Análisis económico. El Cuadro 31 muestra los costos de materias primas e insumos, sin incluir mano de obra ni servicios públicos (agua y energía eléctrica), para elaborar el queso de yogur. Se utilizaron 6 litros de leche para elaborar cada tratamiento. Los precios usados para realizar este análisis fueron actualizados hasta septiembre del 2012.

Cuadro 31. Costos variables del queso de yogur.

Ingrediente	Precio	Cantidad	Unidad	Costo
Costo de elaboración (6 litros de leche)				
Leche fluida	L. 7.11	6.00	Litro	L. 42.66 ³
Sorbato de potasio granular	L. 0.15	1.00	g	L. 0.15
Sal Refinada	L. 6.87	0.12	Kg	L. 0.82
Cultivo Láctico (YC-180)	L. 4.33	1.20	U	L. 5.20
Cultivo Láctico (ABY-3)	L. 6.74	1.20	U	L. 8.09
Cuajo	L. 0.55	0.06	mL	L. 0.03
Estabilizador para yogur	L. 1.21	30.00	g	L. 36.30
Costo total de elaboración ¹				L. 85.16
Costo total de elaboración ²				L. 88.05
Costo de empaque				
Envase de poliestireno 450 g	L. 2.17	4.00	Unidad	L. 8.68
Tapa del envase	L. 1.13	4.00	Unidad	L. 4.52
Sello termoencogible PVdC	L. 0.12	4.00	Unidad	L. 0.48
Costo Total de empaque				L. 13.68

¹Costo total para elaborar queso de yogur utilizando YC-180 como cultivo láctico.

²Costo total para elaborar queso de yogur utilizando ABY-3 como cultivo láctico.

³Tasa de cambio: \$1 = L. 19.7687.

El Cuadro 32 indica la comparación entre los costos de los ocho diferentes tratamientos. Los tratamientos con costos más altos fueron el 1, 5, 2 y 6 los cuales contenían estabilizador, sin embargo los tratamientos 5, 2 y 6 fueron los menos aceptados de acuerdo al análisis sensorial y el tratamiento 1 el preferido sensorialmente.

Cuadro 32. Costos variables por cada tratamiento del queso de yogur empacado.

Tratamiento	Costo tanda (6 litros)	Costo (450 g)	Costo empaque	Costo total
Trt 1 (ABY-3, estab., cuajo)	L. 88.05 ¹	L. 19.46	L. 3.42	L. 22.88
Trt 5 (ABY-3, estabilizador)	L. 88.02	L. 17.62	L. 3.42	L. 21.04
Trt 2 (YC-180, estab, cuajo)	L. 85.16	L. 19.43	L. 3.42	L. 22.85
Trt 6 (YC-180, estabilizador)	L. 85.13	L. 16.82	L. 3.42	L. 20.24
Trt 3 (ABY-3, cuajo)	L. 51.75	L. 14.51	L. 3.42	L. 17.93
Trt 7 (ABY-3)	L. 51.72	L. 13.33	L. 3.42	L. 16.75
Trt 4 (YC-180, cuajo)	L. 48.86	L. 13.35	L. 3.42	L. 16.77
Trt 8 (YC-180)	L. 48.83	L. 12.80	L. 3.42	L. 16.22

¹Tasa de cambio: \$1 = L. 19.7687.

4. CONCLUSIONES

- El estabilizador incrementó el rendimiento y la purga del queso de yogur pero disminuyó la dureza y la adhesividad, mientras que el cuajo tuvo un efecto contrario mejorando las características físicas del mismo ya que fueron preferidas por el consumidor.
- El cultivo conteniendo los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* produjo un queso de yogur con menor acidez.
- Los panelistas prefirieron el queso de yogur que contiene probióticos, cuajo y estabilizador.
- Se determinó que el queso de yogur elaborado con probióticos tuvo la menor población de bacterias acidolácticas.
- Bajo las condiciones del estudio, el uso de probióticos en el queso de yogur no incrementó el contenido de riboflavina del mismo.

5. RECOMENDACIONES

- Cuantificar los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en el queso de yogur a través del tiempo.
- Evaluar el contenido de vitaminas hidrosolubles a través del tiempo.
- Realizar la calibración para vitaminas por HPLC con estándares nuevos y evaluar otro método de extracción de vitaminas del complejo B en productos lácteos.

6. LITERATURA CITADA

Al-Kadamany, E.; I. Toufeili; M. Khattar; Y. Abou-Jawdeh; S. Harakeh y T. Haddad. 2002. Determination of shelf life of concentrated yogurt (Labneh) produced by in-bag straining of set yogurt using hazard analysis. *Journal of Dairy Science*. 85:1023-1030.

Barreiro, J.; A. Sandoval. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Miranda, Venezuela. Editorial Equinoccio. 365 p.

Blake, CJ. 2007. Analytical procedures for water-soluble vitamins in foods and dietary supplements: a review. *Food Quality and Safety Department of Nestlé Research Center*. 389(1): 63-76.

Chr - Hansen. 2008. Nu-trish brochure vers. 5. 43 p.

Codex Alimentario. 2003. Norma del Codex para leches fermentadas (en línea). Consultado 17 septiembre 2012. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/216/CXS_C31s.pdf

Cubero, N.; A. Monferrer y J. Villalta. 2002. Aditivos Alimentarios. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa. 241 p.

Gilliland, G.; M. Oliva y J. Dill. 1991. Functional implications of the three-dimensional structure of bovine chymosin. *Centro de investigación avanzada en Biotecnología Universidad de Maryland*. 306: 23-37.

Guarner, F.; A. Khan; J. Garisch; R. Eliakim; A. Gangl; A. Thompson; J. Krabshuis y T. Le Mair. 2008. Probióticos y prebióticos. *Organización mundial de Gastroenterología*. 22 p.

Heller, K. 2008. Bacterias probióticas en alimentos fermentados, características de los productos y microorganismos iniciadores. *Mundo lácteo y cárnico jul. 2005*: 23-30.

Hill, A. 2010. Cheese site (en línea). Department of Food Science. University of Guelph Canada. Consultado 26 septiembre 2012. Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/sectione.htm#yieldefficiency>

Hunter Lab. 2001. Principios Básicos de medida y percepción de color (en línea). Consultado 20 septiembre 2012. Disponible en: <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>

Instituto de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). 2002. Normas Centroamericanas, Guatemala, C.A.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2011. Microorganisms in food 8. Springer. 400 p.

International Union of Biochemistry and Molecular Biology. 2001. Base de datos de las enzimas (en línea). Consultado 28 de septiembre 2012. Disponible en: <http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.4.23.4>

Kuehl, R. 2000. Diseño de experimentos. 2 ed. Arizona, USA. Thomson Learning. 680 p.

Meilgaard, M.; G. Civille y G. Carr. 1999. Sensory Evaluations Techniques. 3 ed. Florida, USA. CRC Press. 464 p.

Melo Guerrero, G.R.; G.A. Ferrera Palma. 2010. Efecto del porcentaje de grasa y acidez final en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso de yogur (labneh). Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 41 p.

Moctezuma, J. 1995. Norma Oficial Mexicana (en línea). Consultado 25 septiembre 2012. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>.

Nsabimana, C.; B. Jiang y R. Kossah. 2005. Manufacturing, properties and shelf life of Labneh: a review, *International Journal of Dairy Technology* 58 (4):129-137.

Nutrition Data. 2012. Cantidad de vitamina B2 en yogur bajo en grasa (en línea). Consultado 26 septiembre 2012. Disponible en: <http://nutritiondata.self.com/facts/dairy-and-egg-products/106/2>.

O'Connor, E.; E. Barret; G. Fitzgerald; C. Hill; C. Stanton y R. Ross. 2005. Production of Vitamins, Exopolysaccharides and Bacteriocins by Probiotic Bacteria. Blackwell Publishing. South Ayrshire, Reino Unido. p 197-163.

Ozer, B.; R. Stenning; S. Grandison y R. Robinson. 1999. Rheology and microstructure of labneh (concentrated yogurt). *International Journal of Dairy Science* 82 (4): 682-689.

Perveen, S.; A. Yasmin y K.M. Khan. 2009. Quantitative simultaneous estimation of water soluble vitamins, riboflavine, pyridoxine, cyanocobalamin and folic acid in nutraceutical products by HPLC. *Analytical Chemistry Journal* 3:1-5.

Ramírez, M. 2005. Actividad inhibitoria de cepas de bacterias ácido lácticas frente a bacterias patógenas y deterioradoras de alimentos. Tesis de Licenciatura en química de alimentos. Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 77 p.

Revilla, A. 2009. Tecnología de la Leche. 3 ed. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano Academic Press. 369 p.

Siro, I.; E. Kápolna; B. Kápolna y A. Lugasi. 2008. Functional Foods. Product development, marketing and consumer acceptance: a review. *Apetite*. 2008; 51:456-467.

Tamime, A.Y.; R.K. Robinson. 1978. Some aspects of the production of a concentrated yoghurt (labneh) popular in the Middle East. *Milchwissenschaft* 33: 209–212.

7. ANEXOS

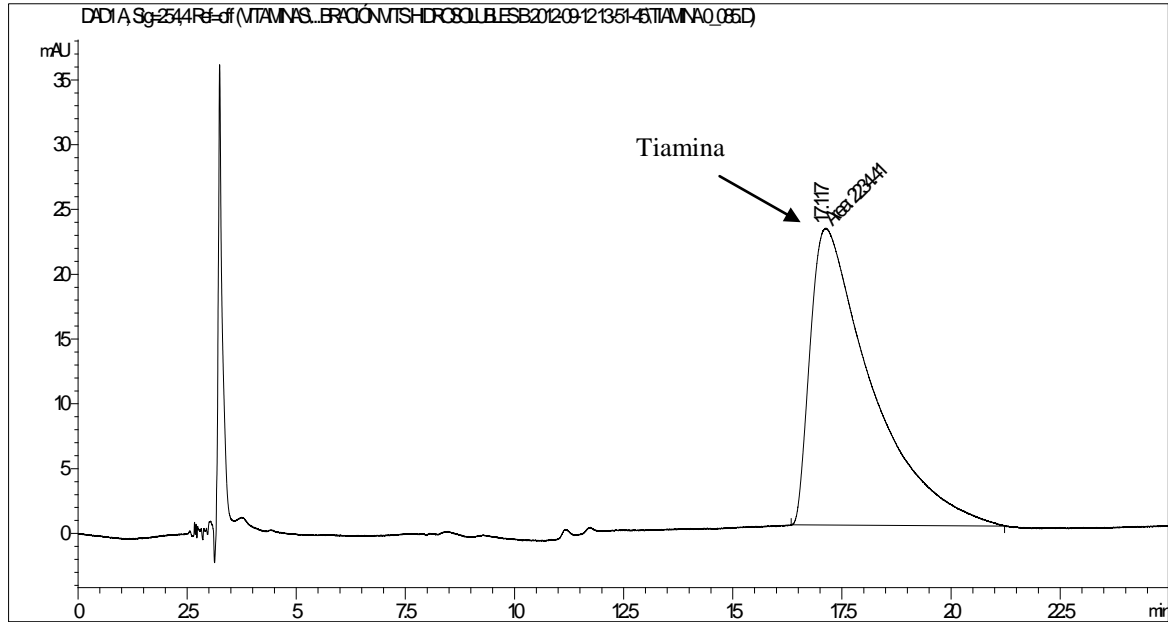
Anexo 1. Queso de yogur con 0.001% de cuajo.



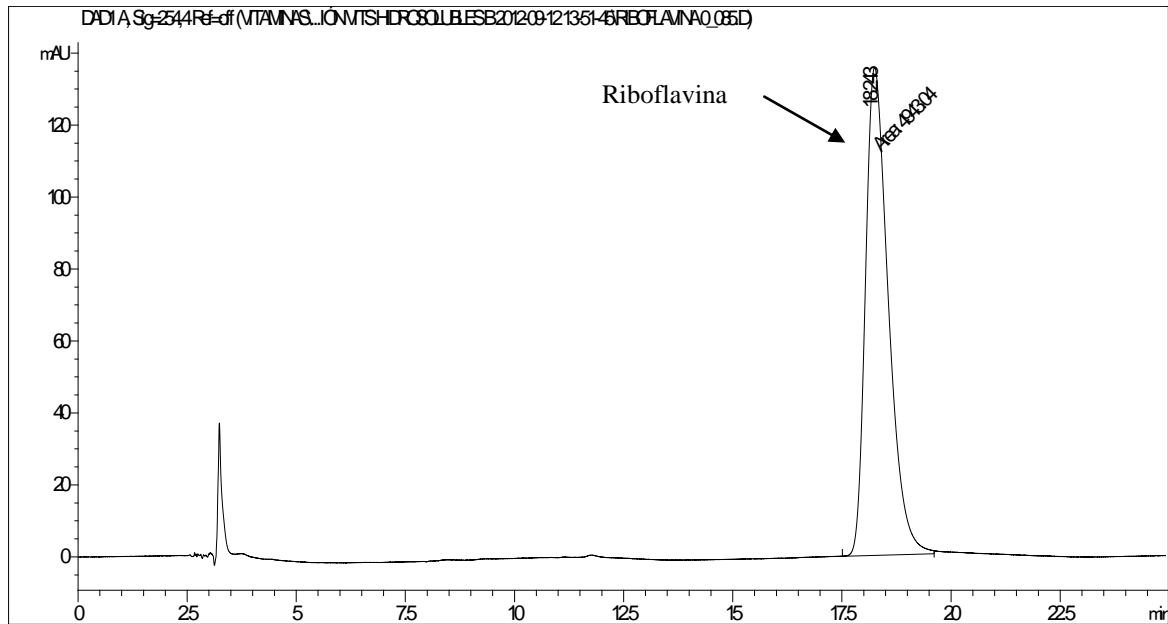
Anexo 2. Queso de yogur con 0.5% estabilizador para yogur.



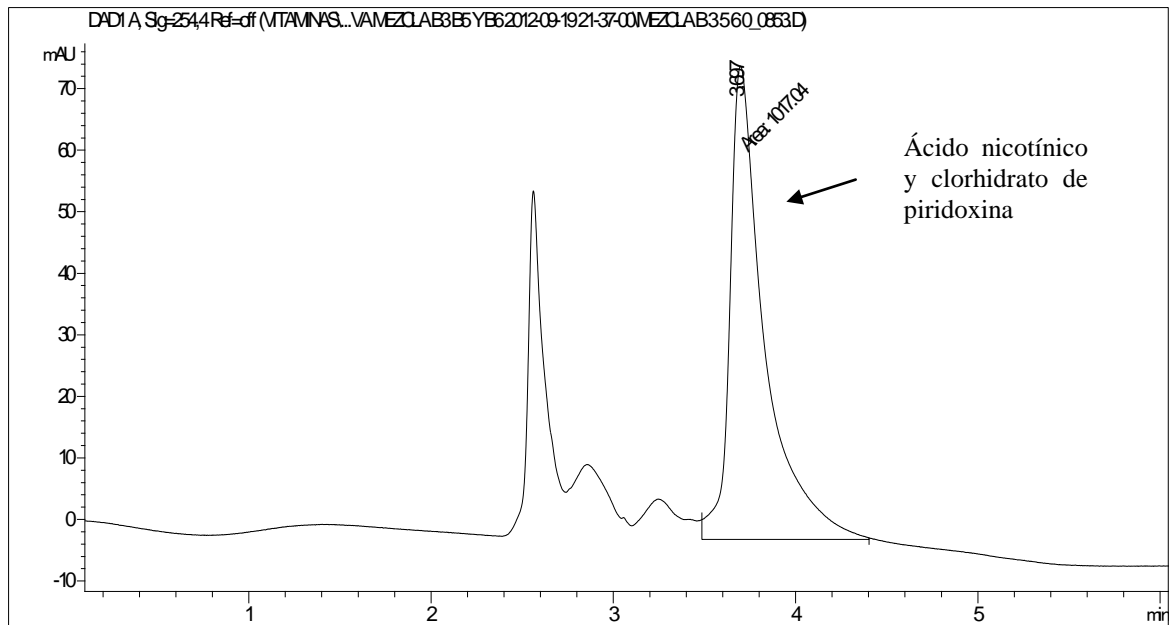
Anexo 3. Cromatograma para estándar de clorhidrato de tiamina (0.08 mg/mL).



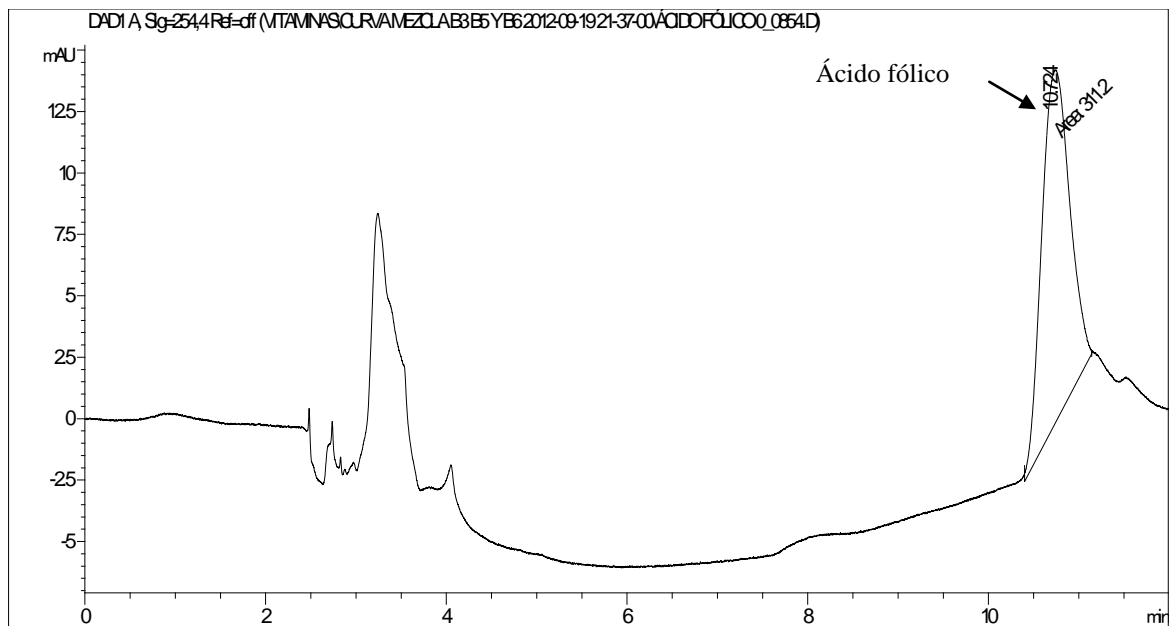
Anexo 4. Cromatograma para estándar de riboflavina (0.09 mg/mL).



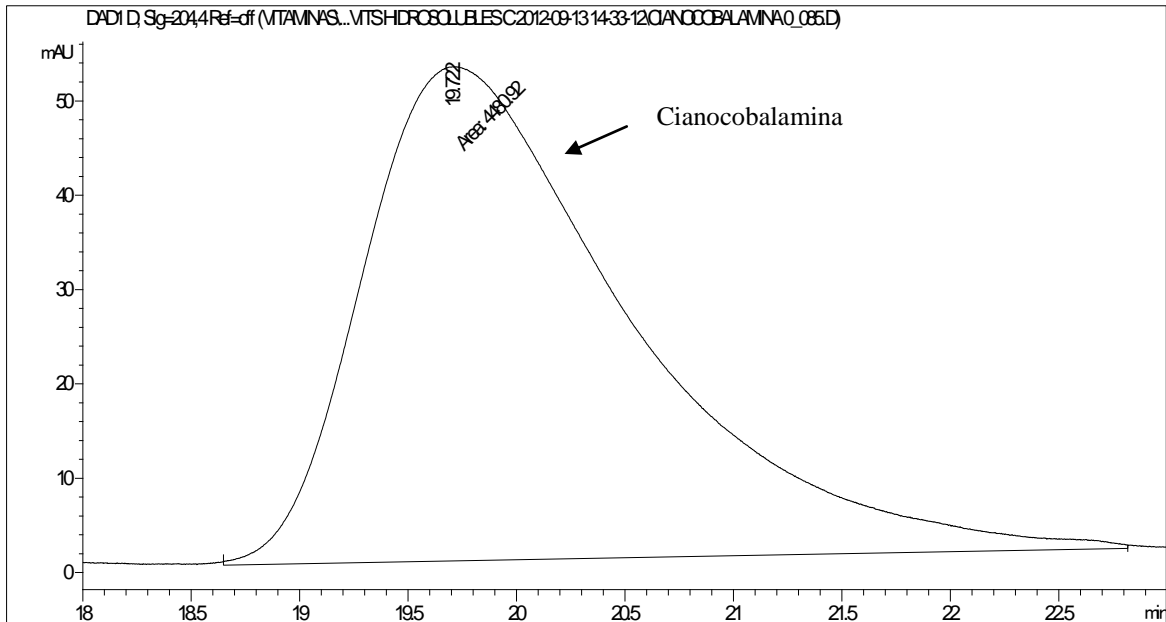
Anexo 5. Cromatograma para estándares de ácido nicotínico y clorhidrato de piridoxina (0.10 mg/mL).



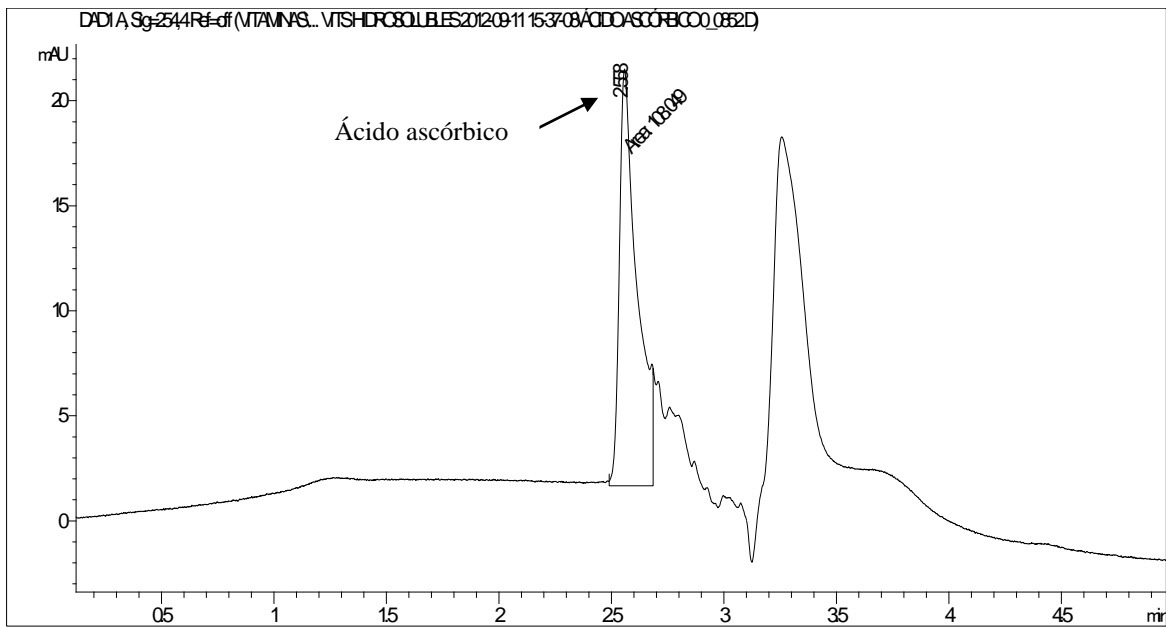
Anexo 6. Cromatograma para estándares de ácido fólico (0.08 mg/mL).



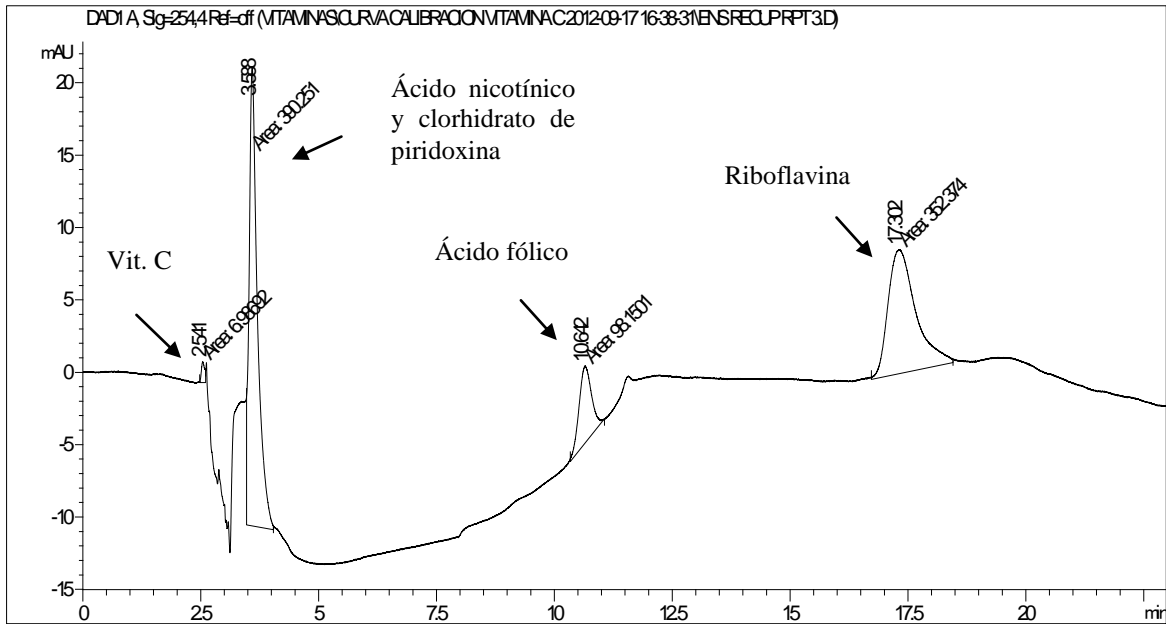
Anexo 7. Cromatograma para estándares de cianocobalamina (0.09 mg/mL).



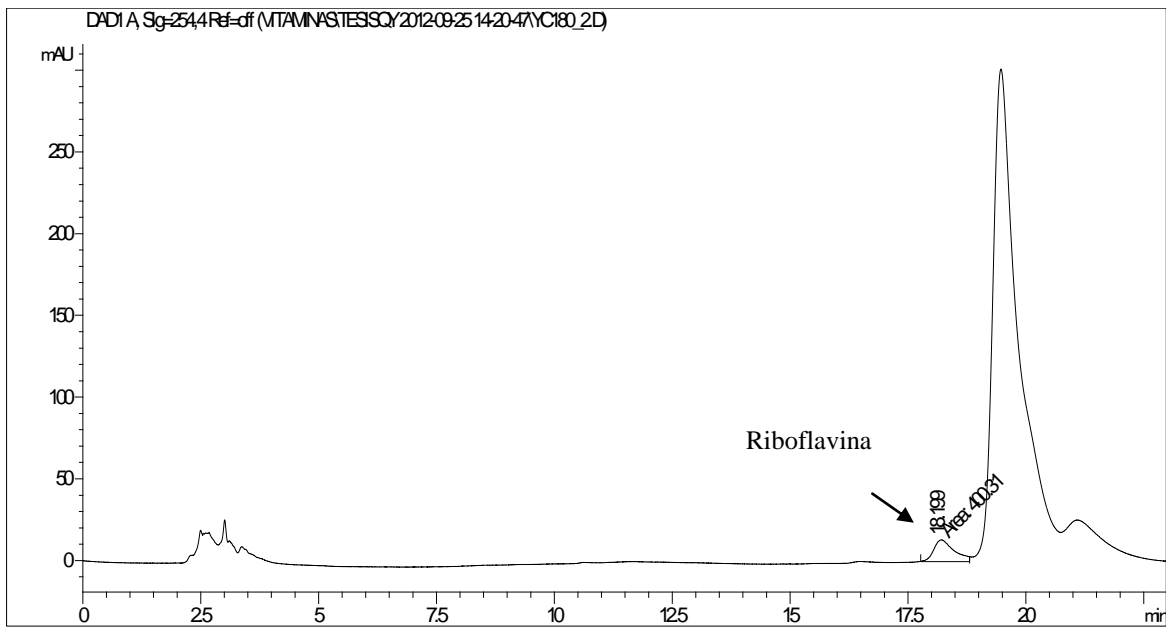
Anexo 8. Cromatograma para estándares de ácido ascórbico (0.08 mg/mL).



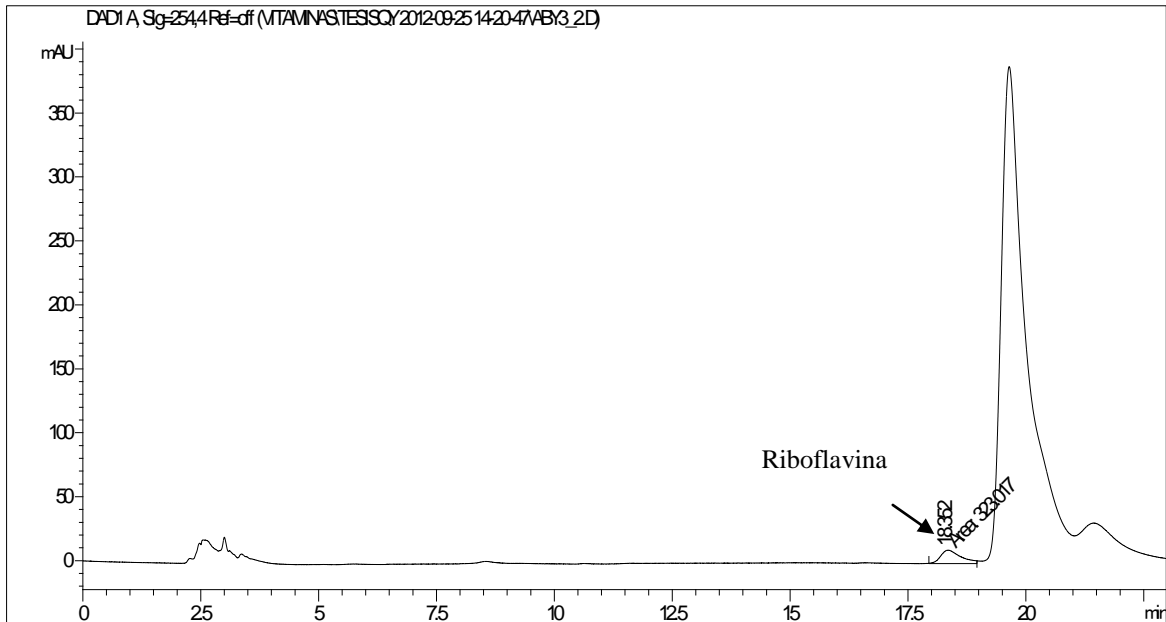
Anexo 9. Cromatograma para el ensayo de recuperación.



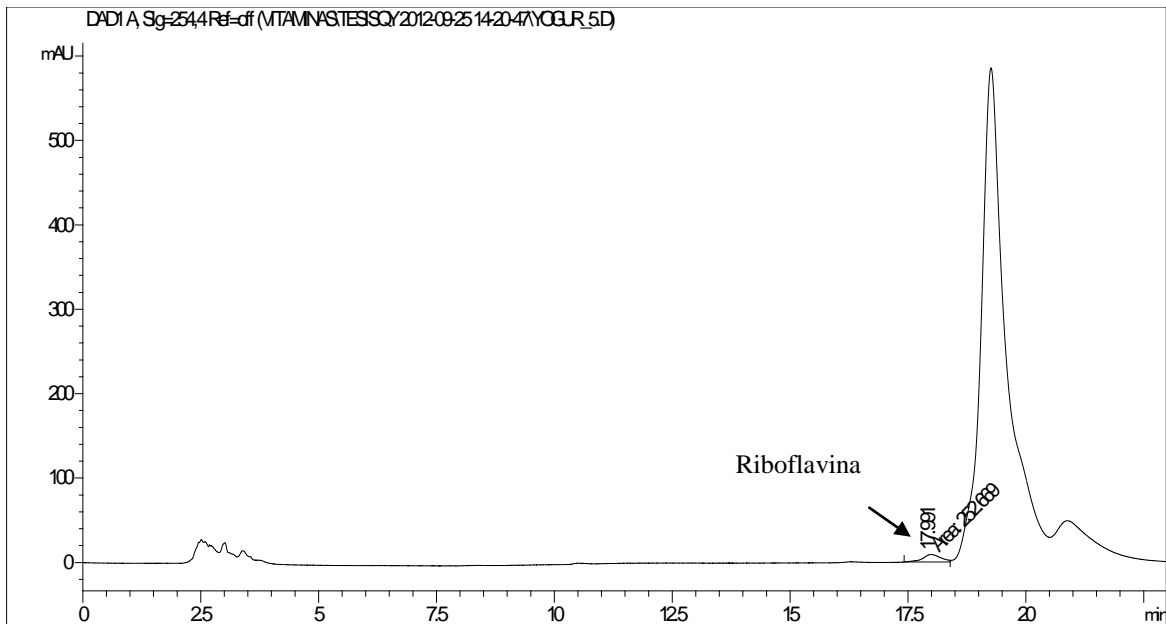
Anexo 10. Cromatograma para queso de yogur elaborado con YC-180, vitamina B2.



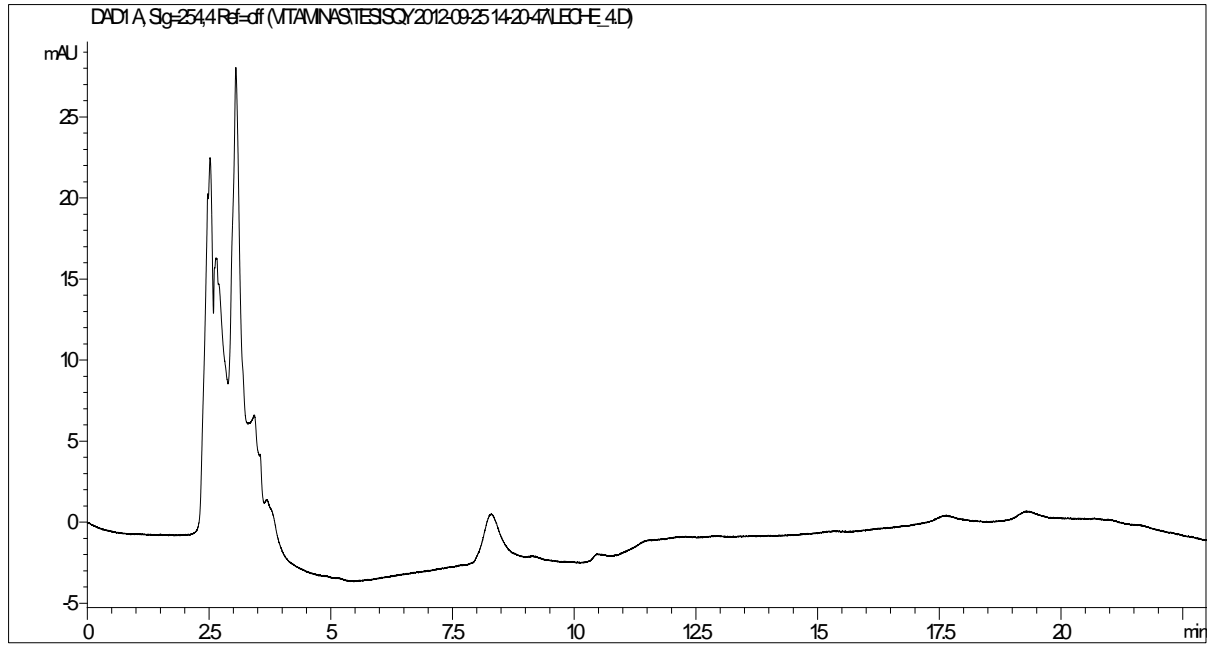
Anexo 11. Cromatograma para queso de yogur elaborado con ABY-3, vitamina B2.



Anexo 12. Cromatograma para yogur natural de la Planta de Lácteos de Zamorano, vitamina B2.



Anexo 13. Cromatograma para leche descremada (0.5% de grasa) de la Planta de Lácteos de Zamorano.



Anexo 14. Tabla de referencia para prueba preferencial en análisis sensorial.

TABLE T10. Duo-Trio or One-Sided Directional Difference Test

371

Meilgaard et al. (1999)

TABLE T10
Critical Number of Correct Responses in a Duo-Trio or One-Sided Directional Difference Test
(Entries are $x_{\alpha,n}$)

Entries are the minimum number of correct responses required for significance at the stated α -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents, n (i.e., row). Reject the assumption of "no difference" if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
2	2	2	—	—	—	—	—	31	17	18	19	20	21	23	25
3	3	3	3	—	—	—	—	32	18	18	19	21	22	24	26
4	3	4	4	4	—	—	—	33	18	19	20	21	22	24	26
5	4	4	4	5	5	—	—	34	19	20	20	22	23	25	27
6	4	5	5	6	6	—	—	35	19	20	21	22	23	25	27
7	5	5	6	6	7	7	—	36	20	21	22	23	24	26	28
8	5	6	6	7	7	8	—	40	22	23	24	25	26	28	31
9	6	6	7	7	8	9	—	44	24	25	26	27	28	31	33
10	6	7	7	8	9	10	10	48	26	27	28	29	31	33	36
11	7	7	8	9	9	10	11	52	28	29	30	32	33	35	38
12	7	8	8	9	10	11	12	56	30	31	32	34	35	38	40
13	8	8	9	10	10	12	13	60	32	33	34	36	37	40	43
14	8	9	10	10	11	12	13	64	34	35	36	38	40	42	45
15	9	10	10	11	12	13	14	68	36	37	38	40	42	45	48
16	10	10	11	12	12	14	15	72	38	39	41	42	44	47	50
17	10	11	11	12	13	14	16	76	40	41	43	45	46	49	52
18	11	11	12	13	13	15	16	80	42	43	45	47	48	51	55
19	11	12	12	13	14	15	17	84	44	45	47	49	51	54	57
20	12	12	13	14	15	16	18	88	46	47	49	51	53	56	59
21	12	13	13	14	15	17	18	92	48	50	51	53	55	58	62
22	13	13	14	15	16	17	19	96	50	52	53	55	57	60	64
23	13	14	15	16	16	18	20	100	52	54	55	57	59	63	66
24	14	14	15	16	17	19	20	104	54	56	57	60	61	65	69
25	14	15	16	17	18	19	21	108	56	58	59	62	64	67	71
26	15	15	16	17	18	20	22	112	58	60	61	64	66	69	73
27	15	16	17	18	19	20	22	116	60	62	64	66	68	71	76
28	16	16	17	18	19	21	23	122	63	65	67	69	71	75	79
29	16	17	18	19	20	22	24	128	66	68	70	72	74	78	82
30	17	17	18	20	20	22	24	134	69	71	73	75	78	81	86
								140	72	74	76	79	81	85	89

Note: For values of n not in the table, compute $z = (k - 0.5n) / \sqrt{0.25n}$, where k is the number of correct responses. Compare the value of z to the α -critical value of a standard normal variable, i.e., the values in the last row of Table T3 ($x_{\alpha,n}$).