



Estabilización de salsa golf con suero concentrado de leche a tres niveles de pH

Stabilization of golf sauce with concentrated milk whey at three pH levels

Mónica Zuñiga-Vallejos ^{1*}; Danny Bustamante-Sigueñas ²

¹ Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Av. Juan XXIII 391 - Lambayeque, Perú.

² Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, Av San Josemaría Escriba de Balaguer 855, Chiclayo - Perú

*Autor de correspondencia:

Mónica Zuñiga-Vallejos

E-mail address: mzuniga@unprg.edu.pe

Teléfono: +51 978933392

Resumen

La producción mundial de suero de leche es proporcional al crecimiento de la industria quesera. El 50% de este producto se transforma en suero en polvo, aislado de proteína, etc; sin embargo, el suero remanente es desechado al medio ambiente, lo que ocasiona contaminación es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo determinar la estabilidad de la salsa golf mediante la adición de suero concentrado de leche (SCL) a pH de 3, 6 y 7, almacenadas por 75 días a temperatura de 10 °C. La investigación se adecuó a un diseño experimental de dos factores en bloques completos al azar, donde los factores estuvieron representados por la combinación de la cantidad de SCL y el pH y los bloques por los días de evaluación durante el almacenamiento. Los parámetros evaluados fueron: índice de actividad emulsificante (IAE), tamaño de la gota (TG) y estabilidad de la emulsión (EE). Al realizar el análisis de varianza para $p < 0,05$ se determinó una significancia para el tratamiento con 2,5g de SCL y pH 3. La estabilidad de la emulsión para la prueba de Tukey registró que dicho tratamiento fue el mejor debido a que éste presentó menor valor de IAE y mayor porcentaje de estabilidad durante el almacenamiento.

Palabras clave: Emulsión; Estabilidad de la Emulsión; índice de actividad emulsificante; tamaño de gota.

Abstract

The world production of whey is proportional to the growth of the cheese industry. 50% of this product is transformed into whey powder, protein isolate, etc; However, the remaining serum is discarded into the environment, which causes contamination, which is why the present investigation aimed to determine the stability of the golf sauce by adding concentrated milk whey (SCL) at a pH of 3, 6 and 7, stored for 75 days at a temperature of 10 °C. The investigation was adapted to an experimental design of two factors in complete blocks at random, where the factors were represented by the combination of the quantity of SCL and the pH and the blocks by the evaluation days during storage. The parameters evaluated were: index of emulsifying activity (IAE), size of the drop (TG) and stability of the emulsion (EE). When performing the analysis of variance for $p < 0.05$, a significance was determined for the treatment with 2.5g of SCL and pH 3. The stability of the emulsion for the Tukey test showed that this treatment was the best because this presented lower value of IAE and higher percentage of stability during storage.

Keywords: Emulsion; stability of the emulsion; emulsifying activity index; drop size.

1. Introducción

El suero de leche es el subproducto líquido resultante de la coagulación de las proteínas de la leche durante la preparación del queso; está compuesto principalmente de proteínas, lactosa, vitaminas y minerales (Chacón et al., 2017).

La producción mundial anual estimada es de aproximadamente 145 millones de toneladas, de las cuales 9 mil toneladas de proteína son potencialmente recuperables, a pesar de ello, resulta paradójico que aún en la actualidad se siga desperdiciando una gran proporción de litros totales que se generan día a día (Carrillo, 2006).

La práctica más común es el suministro a los terneros o cerdos para complementar su alimentación o sencillamente verterlo al curso de los ríos. Esto último es consecuencia de la

ausencia de métodos económicamente viables que permitan su utilización, lo que ocasiona contaminación ambiental debido a su alta demanda biológica de oxígeno (Chacón et al., 2017).

En los países industrializados la aplicación de normas estrictas han contribuido a intensificar la investigación sobre los usos alternativos del suero, una de ellas es la forma de concentrar las proteínas, componente más valioso que tiene este producto (Schaller, 2010).

Mediante la evaporación, se puede obtener 10 % de concentrado proteico o también puede aplicarse una evaporación prolongada seguido de un secado, llegando a obtener un polvo rico en β - lactoglobulina (50 – 55 %) y α - lactoalbúmina (20 a 25 %) proteínas que se encuentran en mayor cantidad en el suero de leche (Valencia, 2008; Andújar, 2009).

En referencia a la calidad de las proteínas del suero estas tienen propiedades nutricionales y funcionales. Siendo las propiedades nutricionales aquellas que se determinan por su composición en aminoácidos; en cambio, las propiedades funcionales las hacen muy útiles para su empleo en productos alimenticios debido a su alta solubilidad, capacidad de retención de agua, viscosidad en solución acuosa, capacidad de producción de geles y como agentes emulsificantes en las salsas (Andújar, 2009; Bobby, 2006).

Con la presente investigación se determinó experimentalmente los efectos de la cantidad de suero concentrado de leche y el pH adecuado, para que la salsa golf sea estable a través del tiempo, prolongando su vida útil.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Butirómetro de Babcock, pipetas terminales de 1 y 10 ml, pipeta de babcock, porta y cubre objeto, termómetro de 0 – 100 °C, tubos de centrifugas graduados de 15 ml, varillas de vidrio y vasos de plástico estériles con capacidad de 80 ml.

2.1.1. Muestras

La preparación se realizó mezclando 5,600 kg de mayonesa con 1,400 kg de ketchup, aplicando una agitación de 600 rpm, con una batidora manual marca Imaco (5 velocidades) durante 20 minutos tiempo en que se obtuvo una dispersión homogénea. El pH de la salsa

golf recién obtenida fue de 3,608, a la que se le adicionó ácido cítrico para disminuir el pH a 3,005 y bicarbonato de sodio para aumentar el pH a 6,000 y 7,008 respectivamente. Alcanzados los pH planteados en la investigación se procedió a adicionar el suero de leche en cantidades de 0, 1,5 y 2,5 g a cada porción de salsa golf. La salsa golf fue envasada en frascos plásticos estériles y almacenados a 10 °C.

Para determinar la estabilidad de las emulsiones en el tiempo, las determinaciones se realizaron en el día cero y cada 15 días durante 75 días.

2.1.2. Reactivos y soluciones

Sudán III, ácido sulfúrico concentrado, ácido bórico al 4 %, agua destilada, dodecil sulfato de sodio (SDS), granelas de zinc, solución de NaOH 40 %, solución de NaOH 0,1 N, solución de HCl 0,1 N, solución alcohólica de fenoltaleína 0.1 % y solución alcohólica de rojo de metilo 0,1 %.

2.2. Métodos

2.2.1. Índice de Actividad Emulsificante (IAE)

Para la determinación del IAE se pesó 0,15 g de salsa golf y se diluyó en 80 ml de Dodecil Sulfato de Sodio (SDS) al 0,1 %, dispersando manualmente la muestra. Se transfirió parte de la muestra a un tubo de ensayo de 10 cm³ y se reguló el espectrofotómetro Genesys 10 uv Thermo Electron Corporation a 500 nm y se leyeron las muestras.

2.2.2. Tamaño de la gota por microscopía

Se pesó 0,1 g de salsa golf y se diluyó en 1 ml de Dodecil Sulfato de Sodio (SDS) al 0,1 %, dispersando manualmente la muestra. Con una jeringa hipodérmica de 1 ml se tomó de la dilución recién preparada, colocando una pequeñísima gota sobre un portaobjetos, el cubreobjetos se colocó cuidadosamente, sin deslizarlo para no inducir la coalescencia. Las emulsiones se observaron microscópicamente a 40x y fueron registradas ópticamente. Para calcular el diámetro promedio de la gota de grasa se dividió el área del microscopio en cuatro campos procediéndose a la medición.

2.2.3. Estabilidad de la Emulsión

Los frascos estériles conteniendo la salsa golf fueron retirados del refrigerador y dejados a temperatura ambiente para realizar las

mediciones de pH y estabilidad de la emulsión. La salsa fue vertida en los tubos de centrifuga graduados y llevados al baño maría marca Labor Muszeripari Muvek a una temperatura de 37 °C por un tiempo de 30 minutos. Las muestras fueron centrifugadas a 1700 rpm por 15 minutos. Con una jeringa hipodérmica se midió el volumen de aceite separado de la emulsión.

2.2.4. Análisis estadístico

El análisis de varianza para todas las características en estudio, se hizo de acuerdo a lo establecido para el Diseño de dos factores en bloques completos al Azar, cuyo modelo matemático se presenta a continuación (Montgomery, 2011):

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_j + (\tau\delta)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la k-ésima observación del tratamiento ij, con $k = 1, 2, \dots, K$.

μ = Es la media general del experimento.

τ_i = Es el efecto asociado al i-ésimo factor, $i = 1, 2, \dots$

δ_j = Es el efecto asociado al j-ésimo factor, $j = 1, 2, \dots$

$(\tau\delta)_{ij}$ = Interacción

β_k = Es el efecto del bloque k-ésimo

ϵ_{ijk} = Error

Para la comparación de medias de las características evaluadas a los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia 5%. El software estadístico empleado fue el IBM SPSS Statistics 20.0

3. Resultados y discusiones

3.1. Índice de Actividad Emulsificante (IAE)

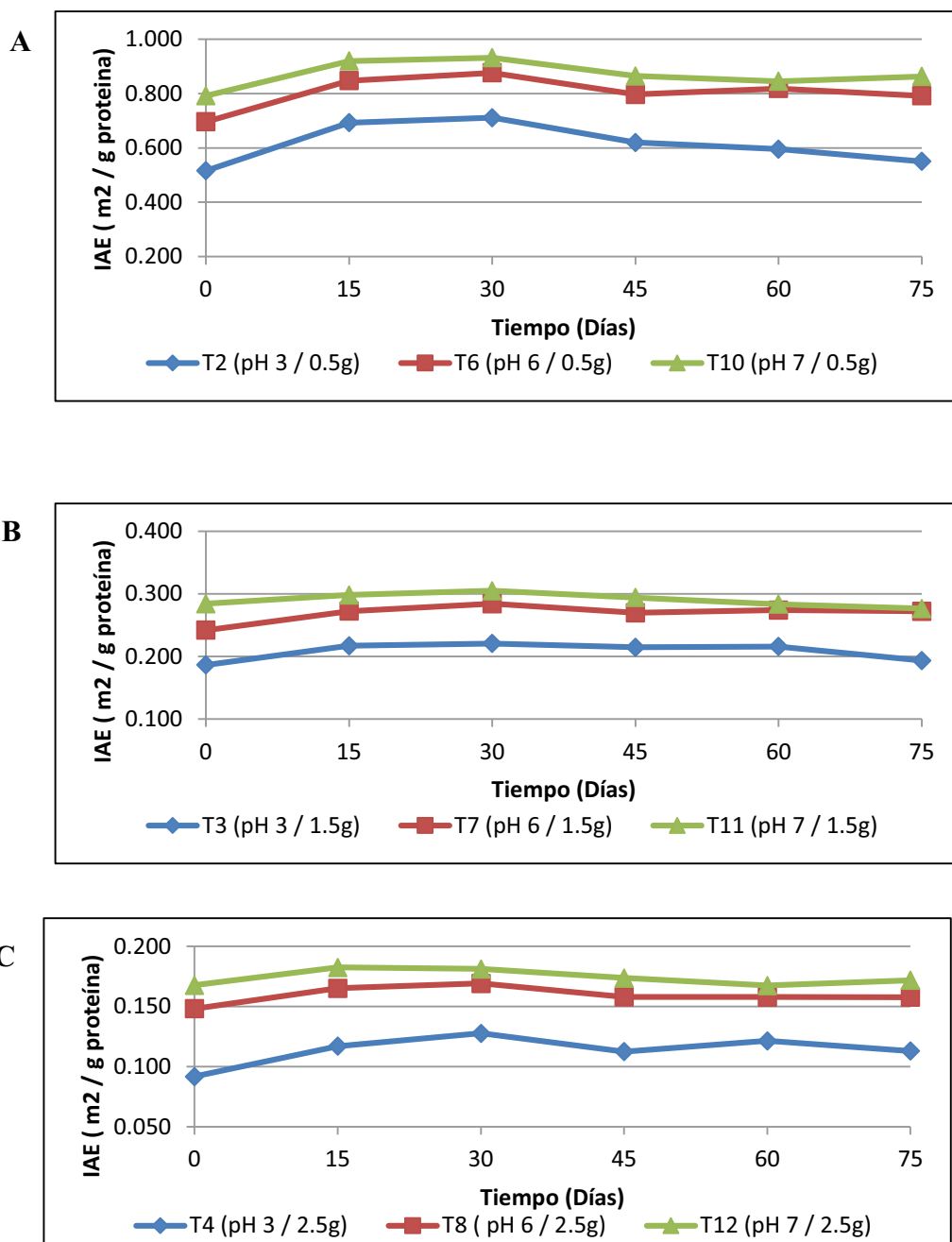


Figura 1: Evolución del IAE (m^2/g proteína) a diferentes cantidades de SCL y pH durante 75 días; (A) Evolución del IAE (m^2/g proteína) con 0,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; (B) Evolución del IAE (m^2/g proteína) con 1,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; (C) Evolución del IAE (m^2/g proteína) con 2, g de SCL y pH de 3, 6 y 7.

Los índices de actividad emulsificante (m^2/g proteína) tienen una tendencia relativamente constante a través del tiempo en las emulsiones con 1,5 y 2,5 g de suero, al mismo tiempo estas emulsiones (con 1,5 y 2,5 g de suero) presentan menores valores del índice de actividad

emulsificante (orden creciente) al ser comparadas con las emulsiones que solo contenían 0,5 g de suero, lo cual hace que se consideren a las primeras (1,5 y 2,5 g de suero) como emulsiones más estables, así mismo, al relacionar el índice de actividad emulsificante

con el pH (Figura 1) observamos que los tratamientos 2 (pH3/0,5g), 3 (pH3/1,5g) y 4 (pH3/2,5g) correspondientes al pH 3 presentan menor área, lo cual los hace más estable, seguida por el pH 6 y 7; según Das y Kinsella (1990 citados por Totosaus 1996) una

3.2. Tamaño de la gota por microscopía

emulsión con una gran área superficial es menos estable que aquella con un área menor, por lo que el índice de actividad emulsificante está relacionada al área creada durante la emulsificación.

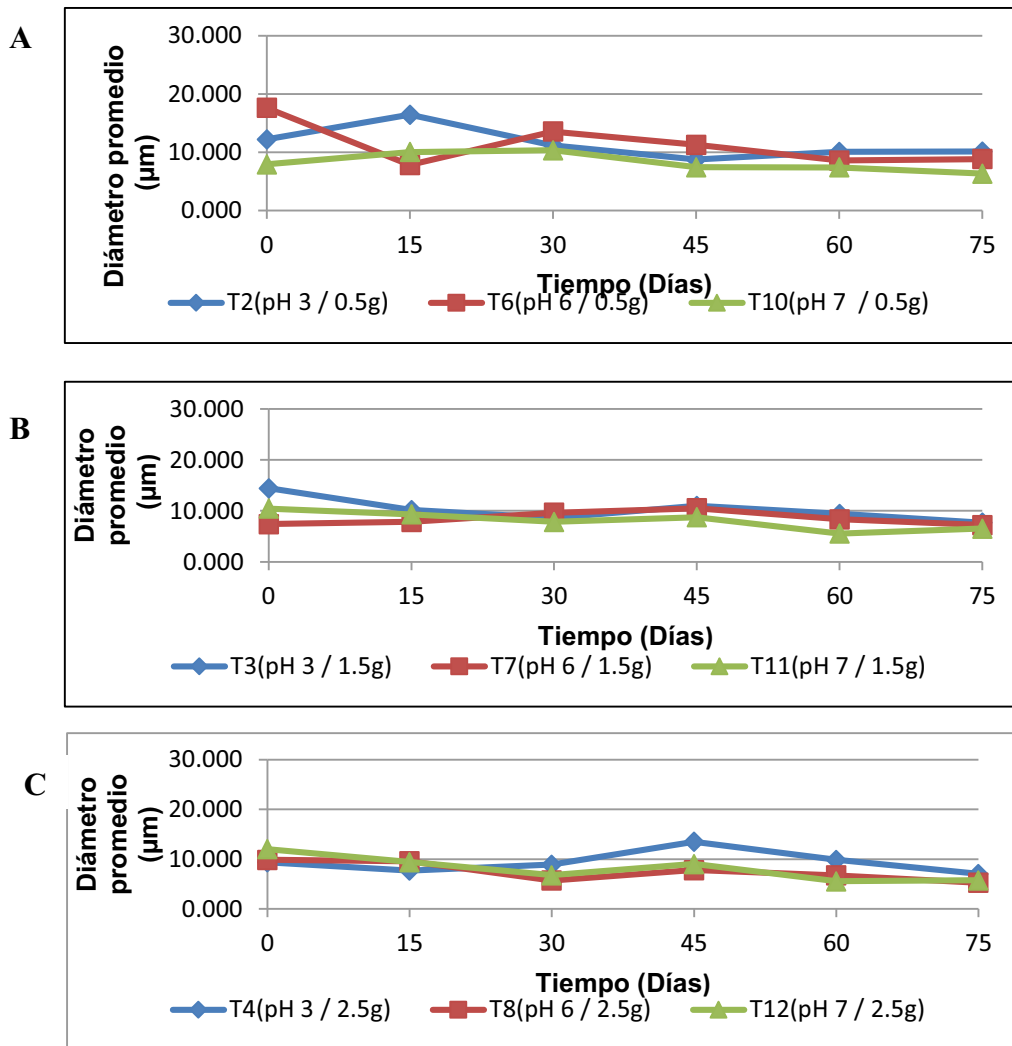


Figura 2: Evolución del Tamaño de las gotas (μm) a diferentes cantidades de SCL y pH durante 75 días; A: Evolución del tamaño de gota (μm) con 0,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; B: Evolución del tamaño de gota (μm) con 1,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; C: Evolución del tamaño de gota (μm) con 2,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7

Las emulsiones en estudio tuvieron un comportamiento polidisperso ya que presentaron dos poblaciones: una población principal con tamaños menores a $10 \mu\text{m}$ como

los encontrados en los tratamientos 8 (pH 6/2,5g), 12 (pH 7/2,5g), 11 (pH 7/1,5g), 10 (pH 7/0,5g), 7 (pH 6/1,5g), 4 (pH 3/2,5g) e igual a $10 \mu\text{m}$ el tratamiento 3 (pH 3/1,5g) y la otra

población con diámetros mayores a 10 μm en los tratamientos 1 (pH 3/ss), 2 (pH 3/0,5g), 5 (pH 6/ss), 6 (pH 6/0,5g) y 9 (pH 7/ss). Como se puede apreciar el incremento de la cantidad de suero generó variaciones en el tamaño de las gotas. Esto coincide con Lizarraga (2007) el cual obtuvo una disminución del tamaño de las gotas cuando la concentración de proteína agregada aumentó.

En la investigación, uno de los tratamientos que contiene la mayor cantidad de suero de leche adicionado como es el tratamiento 8 (pH 6/2,5g) presentó el diámetro mínimo (7,484 μm) con lo cual se puede decir que la cantidad crítica de proteína del suero de leche en la fase acuosa es de 2,5 g, misma cantidad que presenta la mayor capacidad emulsificante.

3.3. Estabilidad de la Emulsión

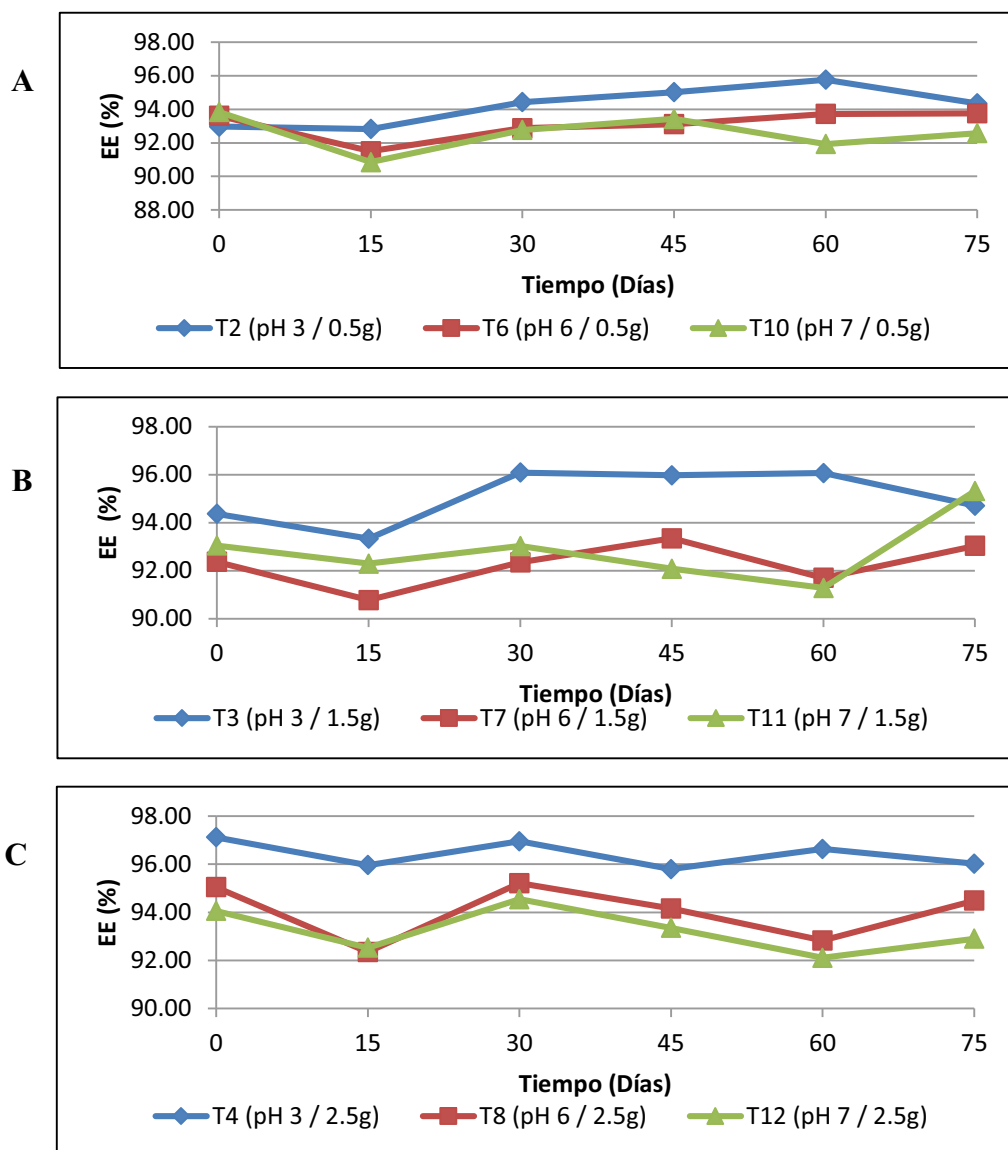


Figura 3: Evolución de la Estabilidad de la Emulsión (%) a diferentes cantidades de SCL y pH durante 75 días; A: Evolución de la estabilidad de la emulsión con 0,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; Evolución de la estabilidad de la emulsión con 1,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7; Evolución de la estabilidad de la emulsión con 2,5 g de SCL y pH de 3, 6 y 7

Según Camino (2010) la estabilidad de la emulsión es un fenómeno termodinámico (porque trata sobre la posibilidad de que un proceso puede ocurrir de manera espontánea) y cinético (se refiere a la velocidad con la que dicho proceso tiene lugar), siendo para él la coalescencia el mecanismo de desestabilización más lento y para su evaluación se suele recurrir a métodos acelerados como: fuerzas mecánicas, centrifugación y efectos combinados de almacenamiento y centrifugación, para esta investigación cada uno de los tratamientos permanecieron a 10 °C y fueron desde el día 0, cada 15 días, centrifugados a 1700 rpm por 15 minutos.

Las condiciones particulares de esta investigación y disposición del modelo de centrífuga empleada, se determinó el factor centrífugo, el cual fue 122,02.

En la Figura 3 se puede apreciar que los tratamientos 4 (pH 3/2,5g), 3 (pH 3/1,5g), 2 (pH 3/0,5g) seguido por el 8 (pH 6/2,5g) reflejan porcentajes de estabilidad mucho más alto (en ese orden) con respecto a los demás, en los 75 días de almacenamiento y al mismo tiempo se puede apreciar que a medida que el suero de leche se encuentra en mayor cantidad la emulsión se vuelve más estable.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) $p < 0,05$, nos indica que existe diferencia

significativa entre las variables en estudio Índice de Actividad Emulsificante; tamaño de gota y estabilidad de la emulsión, y en la prueba de tukey para la variable Índice de Actividad Emulsificante, las emulsiones de salsa golf con 2,5 g de suero de leche y pH 3 registraron valores menores del área creada; para la variable tamaño de gota (μm), considerando la cantidad de suero de leche, hubo diferencias significativas entre los tratamientos sin y con adición de suero concentrado de leche; en relación al pH, el comportamiento del pH 7 es estadísticamente igual a pH 6 y éste al mismo tiempo igual a pH 3. Para la variable pH, los tratamientos son estadísticamente diferentes considerando la cantidad de suero concentrado de leche adicionado y el pH; para la variable estabilidad de la emulsión el tratamiento con 2,5 g de suero de leche y pH 3 se comportaron estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

4. Conclusiones

El tratamiento a pH 3 y con 2,5 g de suero concentrado de leche se considera como el más estable durante los 75 días de almacenamiento, entendiéndose que la estabilidad de una emulsión se manifiesta a través de los cambios con el tiempo de almacenamiento.

Referencias Bibliográficas

- Andújar, G. (2009). *Extensores cárnicos, caseinatos, coprecipitados y proteínas de suero*. Revista de Mundo Lácteo y Cárnico. Editorial Delta Enfoque. México. p. 21-27.
- Bobby, J. (2006). *Los concentrados de proteínas de suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa*. Revista de Mundo Lácteo y Cárnico. Editorial Delta Enfoque. México. p. 24-28.
- Camino, N. (2010). *Comportamiento de hidroxipropilmetilcelulosas y sus mezclas con β - lactoglobulina en solución, interfases y emulsiones*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Disponible en: http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4629_Camino.pdf
- Carrillo, J. (2006). *Tratamiento y reutilización del suero de leche*. Revista de Mundo lácteo y cárnico. Edición noviembre – diciembre. Editorial Delta Enfoque. México. p. 27- 30
- Chacón, L., Chávez, A., Rentería, L., Rodríguez, J. (2017). *Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividad*. Interciencia, volumen 42 (N° 11). Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf>
- Lizarraga, M. (2007). *Estudio de los efectos del agregado de Lambda - Carragenina sobre la estabilidad de emulsiones preparadas con concentrado de suero lácteo comercial*. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/tesis/handle/1/92>
- Montgomery, D. (2011). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. Editorial Limusa S.A. DE C.V.
- Schaller, A. (2010). *Suero de Lechería*. Dirección de Industria Alimentaria y Agroindustrias. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-revista_sueros_lecheria.html
- Totosaus, A. (1996). *Funcionalidad de extractos proteicos musculares de cabra y res. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Valencia, J. (2008). *El suero de quesería y sus posibles aplicaciones*. Revista de Mundo lácteo y cárnico. Editorial Delta Enfoque. México. p. 16 - 18.