

Índice de saponificación de mayonesas determinado mediante dos métodos analíticos a escala diferente

Rodríguez Arzave Juan Antonio, Hernández Torres Mario Alberto, Estrada Garza Edgar Allan, Santoyo Stephano Martha Alicia

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Química. Avenida Manuel L. Barragán y Pedro de Alba s/n.
Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, CP 64755.

jarzave@hotmail.com

Fecha de aceptación: 14 de julio de 2015

Fecha de publicación: 23 de septiembre de 2015

RESUMEN

Se determinó el Índice de Saponificación (IS) de nueve mayonesas comerciales aplicando el método convencional establecido en la norma mexicana NMX-F-1734-S-1981 y mediante un micrométodo basado en la misma norma. Los coeficientes de variación fueron inferiores a 2.37 y 2.96 respectivamente, señalando una reproducibilidad aceptable. Los nueve IS determinados por ambos métodos fueron estadísticamente diferentes. Además, los datos generados por ambos métodos para 7 de las 9 mayonesas, no mostraron diferencia significativa. Esta información señala que la microtécnica utilizada puede ser considerada como una herramienta alternativa para la determinación del IS en muestras de mayonesa, con el valor agregado de ofrecer menor riesgo, analizar mayor número de muestras en menor tiempo, tener un bajo costo, requerir una infraestructura mínima y ser amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: índice de saponificación, mayonesas, micrométodo.

ABSTRACT

The saponification number (IS) of nine commercial mayonnaises was determined applying the conventional method established in the Mexican standard NMX-F-1734-S-1981 and also by a micromethod based on the same standard. Coefficients of variation were lower to 2.37 and 2.96 respectively, indicating an acceptable reproducibility. The nine IS determined by both methods were statistically different. In addition, the data generated by both methods for 7 of the 9 mayonnaises, showed no significant difference. This information indicates that the micromethod used may be considered as an alternative tool for the determining of the IS in mayonnaise samples, with the added value of offering lower risk, analyze more samples in less time, being low-cost, require a minimum infrastructure and being friendly to the environment.

Key words: saponification number, mayonnaises, micromethod.

INTRODUCCIÓN

La mayonesa es la salsa fría más ampliamente usada en la gastronomía, su popularidad radica en su exquisito sabor y fácil preparación. Este aderezo es uno de los grandes inventos en la historia culinaria y su origen ha estado rodeado de controversia, la versión más trascendida señala que fue creada en 1756 por el chef del duque Richelieu y servida durante el banquete ofrecido en conmemoración por la victoria de la Guerra de los Siete Años. Este ágape tuvo lugar en la ciudad de Mahón, una población ubicada al este de la isla Menorca en España y a la salsa elaborada para la ocasión se le llamó "mahonnaise" (Campos Lucas, 2010). A partir de entonces la mayonesa se popularizó rápidamente en Francia divulgándose luego por toda Europa y los Estados Unidos (Grüner *et al*, 2008). Su producción comercial ocurrió a principios de los 1900s, popularizándose en América de 1917 a 1927 (Abu-Salem y Abou-Arab, 2008).

En la actualidad la mayonesa es uno de los ingredientes más importantes en la elaboración de diferentes productos alimenticios. Se usa como un elemento decorativo o material crudo en la producción de ensaladas, salsas y platillos diversos (Tayfur *et al*, 2013).

La mayonesa es una emulsión semisólida de aceite vegetal comestible en fase agua (o/w), preparada mecánicamente y debe contener al menos un 65% de grasa total, la cual contribuye a la apariencia, sabor, textura y estabilidad de la emulsión (Marinescu *et al*, 2011; Ott, 1992). El aceite suele ser de oliva, algodón o soya (Bailey, 1984). La fase acuosa tiene un carácter ácido y está compuesta de agua, sal, azúcar, vinagre, proteínas, polisacáridos, aditivos y condimentos especialmente mostaza (Boatella *et al*, 2004; Tayfur *et al*, 2013).

La mayonesa, debido tanto a su alto contenido de grasa como a la incorporación de ingredientes ácidos que disminuyen el pH final del producto, es relativamente estable al deterioro microbiológico, sin embargo, es susceptible a oxidaciones y enranciamientos relacionados a la calidad de las materias primas, principalmente el aceite (Boatella *et al*, 2004). Es común que este ingrediente sufra la hidrólisis o descomposición lipolítica de sus triglicéridos, éste proceso suele activarse durante el almacenamiento del producto, especialmente si no ha estado protegido del aire y la luz (Tayfur *et al*, 2013). El problema de enranciamiento ocasiona alteraciones organolépticas en el aderezo, entre ellos, cambios en el sabor y/o regustos (Boatella *et al*, 2004). Adicionalmente, las mayonesas disminuyen gradualmente su consistencia con la edad debido a la asociación progresiva de las partículas de aceite, ocasionando la separación de las fases, este deterioro del producto es acelerado considerablemente por choque mecánico o vibraciones que ocurren durante el embarque y manejo del producto envasado (Bailey, 1984).

Para caracterizar la composición y estado de las grasas, la lipoquímica ha establecido una serie de parámetros analíticos (Belitz *et al*, 2011), los cuales se clasifican como índices de estructura o índices de calidad (Knothe, 2002). Los indicadores de calidad describen aquellos componentes que surgen durante el procesamiento y almacenamiento del producto, así como materiales no grasos que ocurren naturalmente. Por otra parte, los índices de estructura determinan ciertos grupos funcionales o componentes y brindan información sobre el grado de insaturación o el peso molecular. Los índices estructurales más comunes son el índice de yodo, índice de hidroxilo y el índice de saponificación.

El índice de saponificación (IS) se define como el número de miligramos de KOH que se requieren para neutralizar los ácidos grasos resultantes de la hidrólisis completa de un gramo de grasa, dicha reacción es conocida como "**saponificación**" (Badui Dergal, 2006; Belitz *et al*, 2011, Kirk *et al*, 2011). Este parámetro es un indicador del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituyen el material graso, así como, del peso molecular de sus ácidos grasos constituyentes (Knothe, 2002). Su valor es inversamente proporcional al peso molecular promedio de los triglicéridos; así, un valor pequeño para el IS de una grasa o aceite indica un elevado peso molecular (Linstromberg, 1979). Del mismo modo, cuanto menor sea el Índice de saponificación, tanto más larga será la longitud promedio de la cadena

de los ácidos grasos (Nielsen, 2009). Para el caso de las mayonesas, este parámetro informa sobre la naturaleza del aceite empleado en su elaboración.

El objetivo planteado en esta investigación fue analizar nueve mayonesas que tienen mayor demanda entre los consumidores del área metropolitana de Monterrey, con la finalidad de determinar su Índice de saponificación mediante la aplicación de dos procedimientos analíticos, uno conforme a los lineamientos establecidos en la norma mexicana NMX-F-1734-S-1981, al que denominamos *macrométodo* y otro que consiste en una técnica a microescala adaptada en nuestro laboratorio a partir de la misma norma (Saucedo Jasso, 2012) y la cual designamos como *micrométodo*.

METODOLOGÍA

Muestra de trabajo

Las nueve muestras de trabajo se consiguieron mediante un muestreo aleatorio en tiendas de autoservicio ubicadas en las ciudades de Monterrey y San Nicolás de los Garza, N. L. Se consiguió mayonesa Heinz, con jugo de limón en presentación de 190 gramos; mayonesa McCormick, con omega 3, vitamina E y jugo de limones, en presentación de 190 gramos; mayonesa Hellmann's con jugo de limón, frasco de 228 gramos; mayonesa Aurrera, con omega 3 y jugo de limón, en presentación de 190 gramos; mayonesa Kraft, con jugo de limones, en presentación de 195 gramos; mayonesa Great Value, con omega 3 y jugo de limón en presentación de 190 gramos; mayonesa Tuny, con jugo de limón, presentación 190 gramos; mayonesa La Costeña con jugo de limones, en presentación de 385 gramos y mayonesa Always save, presentación de 887 mL.

Las muestras se mantuvieron bajo refrigeración a 4°C.

Macrométodo para la Determinación del Índice de Saponificación.

El procedimiento al que se sometieron las mayonesas se ajustó a las indicaciones señaladas en la Norma Mexicana NMX-F-174-S-1981, para ello, se prepararon 7 equipos de reflujo integrados cada uno por un matraz de destilación de 250 mL Pyrex 24/40 y un condensador de reflujo Pyrex 24/40, que fueron acoplados en serie mediante mangueras de látex y el sistema completo se conectó a una bomba de reciclaje de agua sumergida en un baño de agua con hielo, para mantener fríos los condensadores de reflujo durante el proceso de saponificación. La aplicación de calor a los matraces, durante una hora, se hizo utilizando parrillas eléctricas Taurus modelo Ares. Al término de ese tiempo se permitió el enfriamiento del sistema y la titulación del KOH residual en los matraces, se realizó disponiendo el agente titulante en una bureta Kimax, con llave de teflón y capacidad de 25 mL. Se corrieron dos ensayos como blanco, sometiendo 50 mL de la solución etanólica de Hidróxido de potasio 0.71 N al procedimiento señalado, realizando cuatro repeticiones. Con los datos de ambas titulaciones se calculó el Índice de saponificación, aplicando la ecuación que se describe más adelante.

Micrométodo para la Determinación del Índice de Saponificación

En un matraz redondo de fondo plano de 10 mL marca Provitec PVT-MEC-0001 se pesaron 0.5 gramos de la muestra, con precisión de 0.0001 g usando una balanza analítica Velab VE-204. Con una pipeta digital marca Trasferpette® S, se adicionaron 5 mL de la solución alcohólica de Hidróxido de potasio 0.71N, depositando además 3 perlas de vidrio de 5 mm de diámetro. El matraz se acopló a un condensador para reflujo marca Provitec PVT-MEC-0015 y se construyó un sistema múltiple ensamblando 8 unidades para reflujo a microescala conectados en serie y dispuestas en forma circular. Se montaron dos de estas unidades y se conectaron apropiadamente con mangueras de látex. El sistema completo se conectó con mangueras a una bomba de reciclaje de agua dispuesta en el interior de un recipiente metálico galvanizado conteniendo agua y hielo. La bomba fue encendida para administrar agua fría a los refrigerantes. Enseguida, los dos conjuntos de sistemas se colocaron sobre

un par de parrillas eléctricas Taurus modelo Ares y se aplicó calor, manteniendo el reflujo durante 60 minutos. Al término de ese lapso, se apagaron las parrillas eléctricas y fueron retiradas. Los sistemas de reflujo múltiple se colocaron sobre la mesa de trabajo y se permitió fluir el agua fría durante 5 minutos adicionales para el enfriamiento total de los sistemas. Una vez transcurrido el tiempo estipulado, los matraces fueron retirados y en su interior se colocó una barra magnética de 10 mm x 3 mm marca Spinbar y se añadió 1 gota de fenolftaleína al 0.1% p/v en etanol. El KOH residual se tituló contra una solución estandarizada de HCl 0.5 N dispuesta en una microbureta para titulometría (Baeza, 2003). El punto final de la titulación se detectó cuando el color de la solución viró del rosa al incoloro. Se realizaron doce ensayos para cada muestra.

Se corrió un ensayo como blanco sometiendo 5 mL de la solución etanólica de Hidróxido de potasio 0.71 N al procedimiento descrito, realizando cuatro repeticiones. Con los datos de ambas titulaciones se calculó el Índice de saponificación, aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Saponificación} = \frac{(A - B) (N) (56.11)}{(m)}$$

Donde:

A: Volumen en mililitros de solución de HCl gastados en la titulación del blanco

B: Volumen en mililitros de solución de HCl gastados en la titulación de la muestra

N: Normalidad de la solución del HCl estandarizado

56.11 : equivalentes de KOH

m: masa de la muestra en gramos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mayonesas, al igual que las mantecas o grasas alimentarias forman parte de la dieta cotidiana y su envejecimiento natural en el anaquel se presenta por el continuo abrir y cerrar de los recipientes que pone en contacto al producto con el oxígeno del aire y el cual es acelerado por la exposición a la luz solar. Este deterioro del alimento puede ser monitoreado mediante la determinación del Índice de saponificación.

Los análisis químicos aplicados a nueve mayonesas comerciales diferentes revelaron que la determinación de dicho parámetro analítico se puede conseguir con la aplicación del procedimiento marcado por la Norma Mexicana NMX-F-174-S-1981 o con la utilización del Micrométodo diseñado en nuestro laboratorio.

Todos los registros obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico aplicando el paquete computacional SPSS (Statistical Package Social Science) versión 19.0 y los resultados de la estadística descriptiva se presentan en la Tabla 1; en ella se observa que de acuerdo al método a macroescala, los IS para las distintas mayonesas fluctuaron entre 83.25 ± 0.88 mg KOH/g para la mayonesa Kraft y 200.2 ± 0.30 mg KOH/g para la mayonesa Always save; las desviaciones estándar y los coeficiente de variación para los datos recuperados con este procedimiento, mostraron valores máximos de 2.06% y 2.37 respectivamente. Con la aplicación del procedimiento a microescala, las mayonesas revelaron valores de IS desde 80.84 ± 0.69 mg KOH/g para la mayonesa Kraft y 198.2 ± 1.67 mg KOH/g para la mayonesa Always save; las desviaciones estándar fueron inferiores a 5.79 y los coeficientes de variación respectivos se ubicaron por debajo de 2.96%. Esta información indica que los datos generados por ambos métodos analíticos poseen una aceptable reproducibilidad. En la mayoría de los casos, los IS

obtenidos con el método a microescala fueron ligeramente menores a los generados por el procedimiento oficial, esta ligera discrepancia es debido a que el tamaño de la gota suministrada por la microbureta es mucho más pequeña que la gota proporcionada por la bureta Kimax de 25 mL, por lo que la gota contiene menor cantidad de equivalentes del agente titulante, como hemos podido observar al medir sus masas en una balanza analítica.

Tabla 1. Estadística descriptiva para los Índices de saponificación de nueve mayonesas.

Mayonesa	IS (mg KOH/g) Macroescala			IS (mg KOH/g) Microescala		
	Promedio*	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Promedio*	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Aurrera	146.2	2.06	1.41	144.6	3.10	2.14
Always save	200.2	0.67	0.33	198.2	5.79	2.92
Great Value	160.2	0.70	0.31	158.9	2.44	1.53
Heinz	153.0	0.29	0.19	151.7	3.20	2.11
Hellmann's	92.01	1.80	1.96	90.12	2.66	2.96
Kraft	83.25	1.98	2.37	80.84	2.30	2.84
La Costeña	184.7	1.19	0.53	167.6	4.88	2.91
McCormick	168.4	0.40	0.24	165.4	3.12	1.89
Tuny	120.0	0.43	0.19	124.5	2.64	2.11

* , n= 5 repeticiones para el procedimiento a macroescala, n= 12 repeticiones para la técnica a microescala

Se realizó un estudio estadístico para averiguar el tipo de distribución que describen los datos recabados por ambos métodos, la prueba de Kolmogorov Smirnov reveló que para las nueve muestras de mayonesa analizadas, sus valores correspondientes al Índice de saponificación se distribuyeron normalmente en los dos casos. El análisis estadístico realizado mediante el test "t" de Student reveló que los IS determinados para las nueve mayonesas muestran diferencias altamente significativas ($p < 0.01$).

También se efectuó un análisis estadístico para comparar los Índices de saponificación obtenidos por ambos métodos para cada una de las mayonesas estudiadas, realizando una comparación de medias con la prueba de "t" de Student. El estudio no encontró diferencia significativa entre los IS promedio determinados por los dos métodos para la mayonesa Heinz ($t=0.904$, $p=0.380$), McCormick ($t=2.099$, $p=0.054$), Hellmann's ($t=1.430$, $p=0.175$), Aurrera ($t=0.993$, $p=0.338$), Kraft ($t=2.016$, $p=0.063$), Great Value ($t=1.119$, $p=0.281$) y Always save ($t=0.742$, $p=0.469$). Sin embargo, el análisis estadístico encontró una diferencia altamente significativa entre los IS promedio detectados por los dos procedimientos analíticos aplicados a las mayonesas La Costeña ($t=7.598$, $p < 0.01$) y Tuny ($t= -3.764$, $p < 0.01$).

Tomando en consideración que los Índices de saponificación determinados por ambos métodos son estadísticamente iguales para siete de los 9 productos analizados, se calculó el peso molecular promedio de los triglicéridos presentes en las mayonesas, usando los IS revelados por el microensayo, encontrándose que las masas molares se ubican entre 847 g/mol y 2,078 g/mol; a partir de estos datos se calculó también el peso molecular promedio de los ácidos grasos presentes en los aceites de cada mayonesa, encontrándose que los valores fluctuaron en un intervalo desde 283 g/mol hasta 693 g/mol.

La información generada por esta investigación señala que la técnica a microescala utilizada para la determinación del IS en mayonesas, constituye una herramienta alternativa para el establecimiento de dicho parámetro químico.

CONCLUSIONES

Con la aplicación del par de técnicas analíticas descritas fue posible determinar el Índice de Saponificación de las nueve mayonesas comerciales. Además, ambas METODOLOGÍAS demostraron que las nueve mayonesas estudiadas poseen Índices de Saponificación (IS) que son estadísticamente diferentes, lo que revela que fueron preparadas con aceites de distinta naturaleza.

La información recabada durante la investigación señala que la determinación del Índice de Saponificación para mayonesas usando métodos a macro y microescala genera valores que son estadísticamente iguales y exhiben una reproducibilidad aceptable. Estas cualidades apoyan la utilización de microensayos para la determinación de este parámetro de calidad en aderezos como la mayonesa. Además, la microtécnica analítica evaluada se constituye en una herramienta alternativa que es rápida, ofrece menor riesgo, es de bajo costo, maneja mayor número de muestras en menor tiempo, genera escasos desechos, presenta un requerimiento mínimo de infraestructura y es amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS

- Abu-Salem F. M., Abou-Arab A. A. (2008). Chemical, microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. *Grasas y Aceites*, 59: 352-360.
- Baeza A. (2003). Microbureta a microescala total para titulometría. *Revista Chilena de Educación Científica*, 1: 4-7.
- Bailey A. E. (1984). Aceites y grasas industriales. Editorial Reverté, S. A., p. 161-163.
- Boatella-Riera J., Codony-Salcedo R., López-Alegret P. (2004). Química y Bioquímica de los Alimentos II. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona., p. 141-161.
- Campos Lucas M. I. (2010). Un huevo en mi laboratorio. Editorial Bubok, p. 98-102.
- Grüner H., Metz R., Gil-Martínez A. (2008). Procesos de Cocina. Ediciones Akal, S. A., p. 256-264.
- Kirk R. S., Sawyer R., Egan H. 2011. Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. 2ª Ed. Grupo Editorial Patria S.A. De C.V, p.385,-389, 688-725.
- Knothe G. (2002). Structure Indices in FA Chemistry. How relevant is the Iodine Value? *Journal of the American Oil Chemists Society*, 79: 847-854.
- Linstromberg W. W. (1979). Curso Breve de Química Orgánica. Editorial Reverté, S. A., p. 291-310.
- Marinescu G., Stoicescu A., Patrascu L. (2011). The preparation of mayonnaise spent brewer's yeast β -glucan as a fat replacer. *Romanian Biotechnological Letters*, 16: 6017-6025.
- Nielsen S. S. 2009. Análisis de los Alimentos. 3ª Ed. Editorial Acribia, S.A, p.267-289.
- Ott D. B. (1992). Manual de laboratorio de ciencia de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., p 105-106.
- Saucedo Jasso L. E. 2012. Adaptación a nivel microescala del método para la Determinación del Índice de saponificación de aceites y grasas comestibles. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México