

## Comunicación Breve

### Comportamiento reológico dinámico de mayonesas comerciales: influencia de la temperatura y del contenido en aceite.

Por M. Berjano y C. Gallegos.

Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química.  
Universidad de Sevilla. c/. Prof. García González, s/n.  
41012 SEVILLA

#### RESUMEN

**Comportamiento reológico dinámico de mayonesas comerciales: influencia de la temperatura y del contenido en aceite.**

Se estudia el comportamiento viscoelástico dinámico, en zona lineal, de dos productos comerciales que son emulsiones alimentarias aceite en agua, o/w, con un contenido en aceite muy distinto. El intervalo de temperatura estudiado ha variado entre 10 y 40°C. De los resultados obtenidos se deduce que un menor contenido en aceite produce una disminución significativa de todas las funciones viscoelásticas, así como una mayor influencia del efecto de la temperatura.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceite - Emulsión - Mayonesa - Viscoelasticidad - Viscosidad.

#### SUMMARY

**Dynamic viscoelasticity of commercial mayonnaise: influence of temperature and oil content.**

The linear dynamic viscoelasticity of two commercial food-stuffs, oil in water emulsions with very different oil contents, has been studied. Temperature ranged between 10 and 40°C. From the experimental results it can be deduced that less oil content produces a significant decrease in the linear viscoelastic functions, as well as an enhanced temperature sensitivity.

**KEY-WORDS:** Emulsion - Mayonnaise - Oil - Viscoelasticity - Viscosity.

#### 1. INTRODUCCION

Las mayonesas son emulsiones o/w con un contenido mínimo en aceite del 65% (1). En España, esta composición se ha ido acercando progresivamente hasta el 80% que es el contenido normal en aceite de las mayonesas en el resto de la Comunidad Económica Europea. Esta alta proporción de fase oleosa provoca una alta consistencia y estabilidad sin la presencia de estabilizantes o espesantes. No obstante, se fabrican ciertos preparados con bajo contenido en aceite que, aunque no pueden definirse como mayonesas, sustituyen a éstas en su utilización tradicional. El bajo contenido en aceite conduce a la necesaria

utilización de estabilizantes para evitar la separación de las fases que componen la emulsión.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento reológico dinámico de dos productos comerciales, de características muy similares (sal, tipo de aceite utilizado, acidez, pH, estabilizante) salvo en su contenido en aceite, con el fin de conocer la influencia cualitativa de este en la estructuración de la emulsión, puesto que estos ensayos permiten estudiar la muestra en condiciones próximas al estado de equilibrio.

#### 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se han estudiado una mayonesa comercial (muestra A) y otra de bajo contenido calórico (muestra B) cuyas composiciones aproximadas son las siguientes:

Muestra A: Materia grasa, 72,0%; humedad, 24,0%; sal común, 1,10%.

Muestra B: Materia grasa, 51,0%; humedad, 44,0%; sal común, 1,15%.

La materia grasa de ambas es una mezcla de aceite de girasol y soja. Su contenido en yema de huevo técnica (1) es aproximadamente un 10% de la materia grasa. La acidez expresada en tanto por ciento en peso de ácido acético es de 0,35° para la muestra A y 0,42° para la B, siendo sus valores de pH 3,7 y 3,8, respectivamente. Como estabilizante la muestra A lleva goma xantana (E-415) y la muestra B lleva una mezcla de goma xantana y guar (E-412).

El estudio reológico se ha realizado en un viscosímetro rotatorio "RV-100/CV-100" de la firma Haake, utilizando un sistema sensor "Mooney-Ewart", con relación de radios  $Re/Ri = 1,078$ . El intervalo de temperatura estudiado ha variado entre 10 y 40°C y el de frecuencias de 0,63 a 5,65  $rad. s^{-1}$ .

En un material viscoelástico si se aplica una deformación sinusoidal con una cierta amplitud y frecuencia al cilindro exterior, el esfuerzo resultante medido en el cilindro interno no estará en fase con la deformación, cuya magnitud es cuantificada por el ángulo de desfase,  $\delta$ . Las distintas funciones viscoelásticas estudiadas se pueden obtener según las siguientes relaciones (2):

Módulo de almacenamiento:  $G' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \cdot \cos \delta$

Módulo de pérdida:  $G'' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \cdot \sin \delta$

Módulo de viscosidad compleja:

$$|\eta^*| = [(\eta')^2 + (\eta'')^2]^{1/2}$$

donde,  $\eta' = G'/\omega$  y  $\eta'' = G''/\omega$

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### a) Módulos de almacenamiento y pérdidas

En la figura 1 se presentan los valores de los módulos de almacenamiento y pérdidas, a las frecuencias de 1,26 rad/s y 4,40 rad/s, para las dos emulsiones estudiadas, en función de la temperatura. Del análisis de varianza realizado en función de la frecuencia y temperatura se deduce que  $G'$  y  $G''$  disminuyen muy significativamente ( $p < 0,001$ ) con el aumento de temperatura en la muestra B; no se aprecia una influencia significativa sobre los citados módulos en la emulsión A.

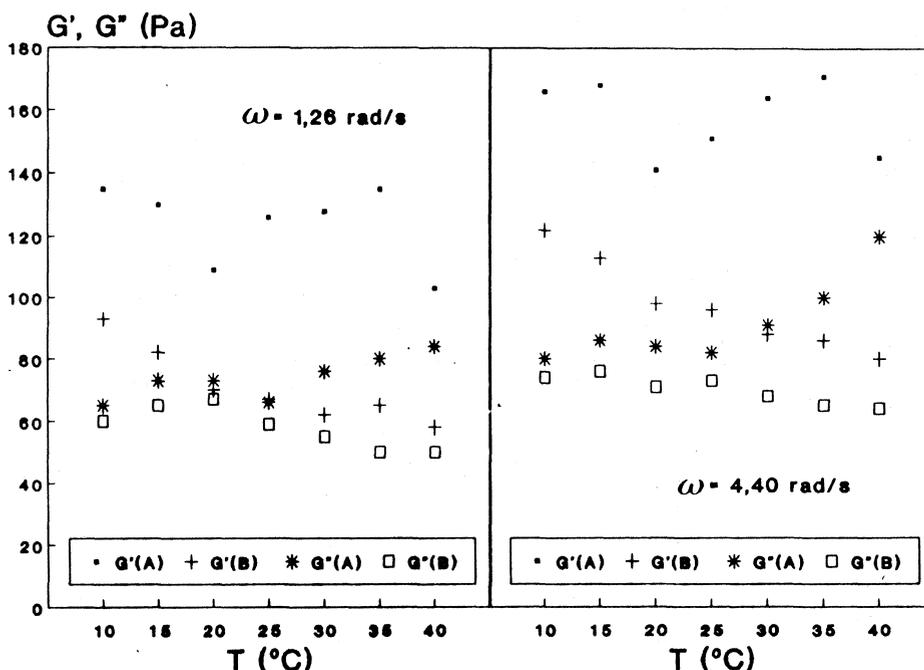


Figura 1

Valores de los módulos de almacenamiento y pérdida en función de la temperatura a dos de las frecuencias estudiadas.

La variación de estos módulos es muy similar en todo el rango de frecuencias estudiado. De hecho, un aumento de frecuencia produce una elevación continua muy significativa ( $p < 0,001$ ) de los módulos de almacenamiento y pérdidas, a una determinada temperatura, en ambas muestras.

Comparando los valores de  $G'$  y  $G''$  a cada temperatura para estudiar la influencia del contenido en aceite de las muestras se ha comprobado que, a cualquier frecuencia, los valores de ambos módulos para la mayonesa A son siempre mayo-

res que los correspondientes al producto B, de menor concentración en aceite. La relación entre ambos módulos define el mayor carácter elástico o viscoso de la emulsión. Como puede observarse en la figura 1, el módulo de almacenamiento es siempre superior al módulo de pérdidas para ambos productos, aunque las diferencias son mucho menos significativas para la emulsión con menor contenido en aceite. Esto vuelve a confirmar que el aumento del contenido en aceite eleva las características elásticas de la emulsión (3).

### b) Módulo de viscosidad compleja

Del análisis de varianza realizado con los valores de  $\eta^*$  en función de la frecuencia y temperatura se deduce que un aumento de la frecuencia produce una disminución muy significativa ( $p < 0,001$ ) de  $\eta^*$ . El aumento de temperatura disminuye los valores de dicho módulo de visco-

sidad compleja ( $p < 0,001$ ) en la muestra B, mientras que en la muestra A no existe una tendencia definida.

La variación de  $\eta^*$  con la frecuencia se ajusta a una ecuación potencial:

donde,  $\omega_1^* = 1$  rad/s. Los parámetros de esta ecuación se presentan en la Tabla I.

Tabla I

Parámetros de la ecuación que relaciona el módulo de viscosidad compleja con la frecuencia y cuadrado del coeficiente de correlación.

T (°C)	Muestra A			Muestra B		
	$\eta_1^*$ (Pa.s)	-q	R <sup>2</sup>	$\eta_1^*$ (Pa.s)	-q	R <sup>2</sup>
10	148	0,86	0,9983	108	0,81	0,9993
15	147	0,83	0,9980	101	0,79	0,9986
20	127	0,82	0,9988	87	0,78	0,9986
25	141	0,87	0,9940	85	0,76	0,9994
30	146	0,83	0,9976	78	0,76	0,9978
35	153	0,83	0,9992	79	0,81	0,9980
40	128	0,75	0,9980	74	0,78	0,9975

Del análisis de varianza realizado sobre el parámetro "q" en función de la temperatura y composición se deduce que los valores de dicho parámetro son significativamente distintos ( $p < 0,001$ ) para ambas muestras, siendo menores las de la muestra B, salvo a 40°C. Dicho análisis de la varianza indica que la temperatura no ejerce efecto significativo sobre ese parámetro.

aumento de la temperatura provoca un significativo descenso de los valores de todas las funciones viscoelásticas estudiadas, mientras que un alto contenido en aceite produce una significativa amortiguación de la influencia de la temperatura.

### AGRADECIMIENTO

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación subvencionado por la Junta de Andalucía. Los autores agradecen la concesión de esta ayuda.

### 4. CONSIDERACIONES FINALES

De los resultados obtenidos puede decirse que en este tipo de emulsiones concentradas, un aumento del contenido en aceite produce un aumento significativo de las distintas funciones viscoelásticas y un mayor carácter elástico del producto, así como una mayor influencia de la frecuencia sobre el módulo de viscosidad compleja. La presencia de gomas, como estabilizante, en ambos productos provoca una respuesta distinta de la emulsión a un cambio de temperatura. Así, en la emulsión con menor contenido en aceite un

### BIBLIOGRAFIA

1. Real Decreto 858/1984.- B.O.E. núm. 112 de 10 de mayo de 1984.
2. Dealy, J. M.- Rheometers for molten plastics.- Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.
3. Kiosseoglou, V. D. y Sherman, P.- "Influence of egg yolk lipoproteins on the rheology and stability of o/w emulsions and mayonnaise 1. Viscoelasticity of groundnut oil-in-water emulsions and mayonnaise".- J. Texture Stu. 14 (1983) 397-417.

(Recibido: Octubre 1990)