

Efecto de la composición química sobre la aceptabilidad general de una mayonesa.

Effect of chemical composition on the general acceptability of a mayonnaise.

Zambrano, Lorena^{1*}; López, Juan^{1,2,3}; Celis, María Teresa⁴

¹ Escuela Básica de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

² Centro de Investigaciones y Proyectos en Matemática Aplicada, CIMA.

³ Lab. Química Experimental Aplicada, QUEXA.

⁴ Laboratorio de Polímeros y Coloides, POLYCOL.

*lczambranorivas@gmail.com

Resumen

En este trabajo se estudió el efecto de la composición química sobre la aceptabilidad general de una mayonesa. Se corrieron dos diseños experimentales factoriales 2², cuatro composiciones químicas, dos réplicas, ocho mayonesas por experimento. En el primer experimento se variaron las concentraciones de un extracto oleoso de orégano y de sal de mesa. En el segundo, se modificaron la cantidad de aceite y yemas de huevo. La idea final era conocer mediante un evento de cata el efecto de las variables de control sobre el grado de aceptabilidad y mejorar la formulación para lograr una mayonesa de alta aceptación. El extracto oleoso se obtuvo por maceración de hojas molidas de orégano puestas en contacto con aceite de soya. Las fases aceite y acuosa se prepararon mezclando el extracto oleoso de orégano con aceite de soya y la acuosa mezclando huevo, sal, azúcar, vinagre, mostaza y pimienta para lograr las concentraciones extracto de orégano y sal, respectivamente, de acuerdo al diseño experimental. La mayonesa se preparó añadiendo la fase aceite en formato de hilo a la fase acuosa. Se realizaron dos catas, una para cada experimento, para el primero se presentaron 20 personas con poco conocimiento profesional del arte culinario; para el segundo, se contó con 10 expertos. Los resultados sugieren de manera contundente que los efectos de las concentraciones de orégano y de sal, así como el de su interacción sobre el nivel de aceptación general muestran ser estadísticamente altamente significativos. El segundo experimento, muestra que las mayonesas gustaron en un nivel alto, promedio global de 7.66/9; los efectos evaluados no mostraron evidencias estadísticas significativas sobre el nivel de aceptación. Vale mencionar, sin embargo, que a los profesionales de la cocina se mostraron más afín a las mayonesas con bajo contenido de yemas de huevo y alto contenido de aceite.

Palabras clave: Cata de mayonesas, emulsiones alimenticias, efecto de la composición química, experimento factorial.

Abstract

This study examined the effect of chemical composition on the overall acceptability of mayonnaise. 2²-factorial experimental designs were run, with four chemical compositions, two replicates, and eight mayonnaises per experiment. In the first experiment, the concentrations of an oregano oil extract and table salt were varied. In the second, the amount of oil and egg yolks was modified. The final idea was to use a tasting event to determine the effect of the control variables on the degree of acceptability and improve the formulation to achieve a highly acceptable mayonnaise. The oil extract was obtained by macerating ground oregano leaves in soybean oil. The oil and aqueous phases were prepared by mixing the oregano oil extract with soybean oil and the aqueous phase by mixing egg, salt, sugar, vinegar, mustard, and pepper to achieve the oregano extract and salt concentrations, respectively, according to the experimental design. The mayonnaise was prepared by adding the oil phase in a thin stream to the aqueous phase. Two tasting events were conducted, one for each experiment. For the first, 20 people with little professional knowledge of the culinary arts participated; for the second, 10 experts participated. The results strongly suggest that the effects of oregano and salt concentrations, as well as that of their interaction on the level of overall acceptance, are statistically highly significant. The second experiment showed that the mayonnaises were rated at a high level, global average off 7.66/9; the effects evaluated did not show statistically significant evidence regarding the level of acceptance. It is worth mentioning, however, that culinary professionals showed a preference for mayonnaises with low egg yolk and high oil content.

Keywords: *Mayonnaise tasting, food emulsions, effect of chemical composition, factorial experiments.*

1 Introducción

Hoy en día la experimentación es una parte fundamental en todos los campos de la investigación y desarrollo científico-tecnológico. El objetivo de la experimentación es obtener información de calidad que permita validar y formular teorías y leyes que expliquen el comportamiento de la naturaleza, así como también ayudar en el desarrollo de nuevos y mejores productos, procesos y servicios (Montgomery, 2002).

El diseño de experimento puede definirse como un procedimiento que en resumen busca establecer relación entre los efectos de las variables de control y las respuestas; para ello se plantea con claridad los pasos a seguir y su orden de ejecución para obtener datos significativos que permitan un análisis confiable del sistema que conduzca a una síntesis que exprese la información relevante sobre características y comportamiento, relación entre las variables de control y las respuestas del sistema; conocer los efectos de dichas variables y el de sus interacciones sobre las distintas respuestas que pueda presentar el sistema en estudio (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2012).

La planificación de los experimentos es vital; muchas veces, en particular en las industrias, se hacen experimentos muy costosos y al final se tiene una colección de datos de muy poco valor. Su objetivo es el de obtener el máximo de información requerida por el experimento con el mínimo costo (menor tiempo, número de corridas experimentales y uso de recursos humanos, materiales y tecnológicos) sin prescindir de una alta eficiencia (Antony, 2014). El diseño estadístico factorial a k variables y 2 niveles uno de los más sencillos, efectivos y económicos de emplear.

Estudiar un sistema complejo, como la mayonesa, cuyo comportamiento depende de muchos factores que interactúan, que se pueden variar a muchos niveles, lo cual implica un costo alto, muchos experimentos, cientos e incluso miles, para conocer quizás un poquito del mismo. En tal sentido, el diseño estadístico de experimento factorial a dos niveles puede ser de gran utilidad y eficacia para determinar los efectos de k variables y el de sus interacciones sobre el nivel de aceptación general que ayude a formular una mayonesa de gran calidad y alto agrado que satisfaga las demandas de la población.

Esto resulta de gran interés, dado que, desde el punto de vista comercial, la mayonesa es el aderezo más consumido a nivel mundial. La misma es un alimento emulsionado que se obtiene mezclando de manera adecuada aceites vegetales comestibles, yema de huevo líquido o su equivalente en cualquiera de sus formas, vinagre, adicionado o no de jugo

de limón, sal, edulcorantes nutritivos, acidulantes permitidos, mostaza, paprica y otras especies o extractos y aceites esenciales de las mismas con excepción de azafrán y cúrcuma. Una mayonesa debe tener un contenido de aceite de, al menos, 65%, y 4% mínimo de yema de huevo; además de un pH entre 3.9 y 4.1, esto, según la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), específicamente bajo la norma COVENIN 90:2020.

Desde la perspectiva de la fisicoquímica, una mayonesa se define como una emulsión de aceite en agua (O/W); esto es, un sistema termodinámicamente inestable y estabilizado cinéticamente por la acción de un agente con acción interfacial; en este caso, la lecitina, una molécula fosfolípida presente de manera abundante en la yema de huevo, cumple este rol adsorbiéndose sobre la superficie de aceite facilitando la formación de gotas diminutas y creando una interfase robusta que atenúa considerablemente en la cinética de los fenómenos de la coalescencia y floculación de éstas (McClements, 2015).

La industria actual evoluciona continuamente para mejorar y optimar los productos que satisfagan las demandas exigentes de las sociedades modernas; para ello, se enriquecen los conceptos tradicionales; así, por ejemplo, las nuevas mayonesas buscan cumplir estándares que aporten a la salud y sostenibilidad sin sacrificar la palatabilidad (el "mouthfeel") (McClements, 2015). El orégano, por ejemplo, es una hierba aromática, producto natural, cuyos aceites esenciales presentan un paquete de propiedades, con funciones específicas, que aportan a las propiedades organolépticas de cualquier producto alimenticio; pero que también pueden reemplazar parcial o total el uso de antioxidantes sintéticos como el EDTA, permitido por la norma COVENIN 910:2016; los aceites esenciales del orégano pueden actuar como antimicótico y bactericida contra microorganismos patógenos como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, hongo *Cándida*, entre otros, (Arcila-Lozano et al., 2004; López-Pedrouso et al., 2022; Nurzyńska-Wierdak & Walasek-Janusz, 2025). Esto pone de manifiesto que las características del orégano aportan gran valor a distintos productos de la industria alimentaria mejorando sus propiedades organolépticas y favoreciendo también funciones relacionadas con la inocuidad, estabilidad física y química, como las alteraciones lipídicas (López-Pedrouso et al., 2022). Existen, además, algunos trabajos que reportan el efecto antimutagénico y anticarcinogénico del orégano sugiriendo que representan una alternativa para el tratamiento y/o prevención de trastornos crónicos como el cáncer, sinusitis, migraña, etc (Balusamy et al., 2018). Finalmente, en el contexto de un sistema coloidal (O/W), estos compuestos actúan como secuestrantes de radicales libres, interrumpen

piendo la cadena de autooxidación de los lípidos.

Es importante mencionar que, la ciencia de las emulsiones ha entendido que las mayonesas, emulsiones alimenticias, aunque pudieran ser tratadas desde el punto de vista de la fisicoquímica igual que las otras emulsiones también se debe tomar en cuenta que entran en juego otros aspectos por parte del consumidor; algunos de naturaleza psicológicos, otros endocrinos, perceptivos e incluso culturales. En tal sentido, se acostumbra a emplear una tabla hedónica como instrumento de medición para apoyar las pruebas sensoriales que se llevan a cabo, para medir de alguna manera “numérica” las valoraciones que un panel de cata tenga sobre productos alimenticios, como una mayonesa. Así, el instrumento hedónico, transforma una propiedad cualitativa en un valor numérico que permite análisis estadístico.

En este trabajo, para estudiar el efecto de factores controlables como las concentraciones de sal, extracto oleoso de orégano, aceite y yema de huevo, sobre la respuesta aceptabilidad general de unas mayonesas por un panel de catadores, se realizaron dos diseños de experimentos 2² factorial. La información del primer experimento se usó para formular una mayonesa de mayor aceptabilidad. El segundo confirmó lo útil del diseño experimental en la formulación de un producto alimenticio complejo como la mayonesa.

2 Materiales, Instrumentos y Métodos

Materiales.

La mayonesa es una emulsión alimenticia del tipo “aceite” en “agua” (O/W); en este estudio, la fase acuosa se constituyó con huevo, vinagre, sal, azúcar; y se aderezó con pimienta y mostaza; mientras que, la fase oleosa por aceite comestible de soya, Portumesa, aderezado con extracto oleoso de orégano.

Equipos e instrumentos

Para pesar los ingredientes requeridos para la preparación de las distintas mayonesas se usó una balanza analítica de la serie PCLE-LS (M clase II) con precisión de 0.01 gramos y rango de pesado de 0 a 500 gramos; para mezclar los ingredientes de la fase acuosa e integrar el aceite para la elaboración de las mayonesas se usó un recipiente de acero inoxidable de un litro y medio, un mezclador manual de cocina. Posteriormente, se usó un mezclador manual marca Press y una licuadora de inmersión marca Guttlem. Finalmente, las mayonesas preparadas se almacenaron en recipientes de plástico con tapa de 250 ml en un refrigerador a la temperatura de 4°C.

Métodos

• Extracto oleoso de orégano

Para la obtención del extracto oleoso de orégano, las hojas deshidratadas de dicha especie se sometieron a un proceso de maceración, poniéndolas en contacto con aceite de soya, Portumesa, en una proporción 1:4, respectivamente, durante 7 días. Vale mencionar que, primero, las hojas de orégano deshidratadas se molieron en una licuadora Oster para aumentar la superficie de contacto y hacer más eficiente el proceso de maceración. Posteriormente, mediante un proceso de doble filtrado se obtuvo el extracto oleoso de orégano, con sus aceites esenciales disueltos en el aceite de soya. El primer proceso de filtrado tuvo como objetivo separar la mayor cantidad de sólidos de una manera rápida; el mismo se llevó a cabo a través de un trozo de Dopiovelo, tela de poros grandes; el segundo filtrado se llevó a cabo a través de un trozo de Tafeta Bahamas, tela de poros finos, para obtener una separación casi completa, resultando en un extracto oleoso rico en aroma a orégano con un color verde oliva intenso y sin sólidos visibles. Finalmente, la mezcla resultante se envasó y preservó en recipientes limpios y secos, previamente rotulados.

• Pasteurización de los huevos

Para reducir la posibilidad de contagio con *Salmonella*, de los participantes en las dos catas, pruebas sensoriales, se procedió a pasteurizar los huevos empleados en la elaboración de las mayonesas. Las *Salmonellas* pueden estar presentes tanto en las cáscaras como en el interior de los huevos, generalmente, por la infección de los oviductos de las gallinas ponedoras. El proceso de pasteurización garantiza una eliminación casi total de dichas bacterias; el mismo se lleva a cabo sin que el huevo se llegue a cocinar. Los huevos se lavaron para quitar todo tipo de suciedad, que pudieran traer, de sus superficies; luego, se colocaron en agua a temperatura de 65°C durante 12 minutos; inmediatamente después, se enfriaron poniendo los recipientes en contacto con agua fría y, luego, colocándolos en el refrigerador a cuatro grados centígrados por una hora. Por simple inspección, se pudo apreciar que luego de la pasteurización los huevos mantuvieron un aspecto natural, esto es, no se vio transformación alguna que sugiriese que sus proteínas se hayan desnaturalizado o cocido.

• Preparación de la fase acuosa

Para el primer experimento se prepararon dos fases acuosas constituidas por huevo, vinagre, sal y azúcar; además, se le agregaron mostaza y pimienta como aderezos. La primera se preparó con 205 gramos de huevo (144 gramos de yema y el resto de clara), luego se le agregó 10 gramos de azúcar, 5 gramos de pimienta y **25 gramos de sal de mesa**, 30 gramos de vinagre y 30 gramos de mostaza. La segunda, se preparó igual a la primera, pero se le agregaron solo **10 gramos de sal de mesa**, en lugar de 25. Luego, los ingredientes se integraron con un mezclador de mano y ambas

fases acuosas se preservaron en recipientes previamente rotulados.

Para el segundo experimento también se prepararon dos fases acuosas de manera similar a como se hizo en el primer experimento ambas con 10 gramos de sal, pero esta vez se modificó la relación entre yema y clara de huevo. Una fase acuosa se preparó con 144 gramos de yema y el resto de clara de huevo hasta llegar a 205 gramos; mientras que en el segundo se añadieron 69 gramos de yema de huevo y el resto de clara hasta llegar a 205 gramos. Las mezclas resultantes se preservaron en recipientes rotulados para el momento de la emulsificación.

• Elaboración de la mayonesa

Para ambos experimentos se elaboraron ocho mayonesas mediante dos experimentos factoriales 2^2 , dos variables a dos niveles cada una, cuatro condiciones de experimentación y dos réplicas lo que resultó en ocho corridas. Dos días después, las ocho mayonesas se sometieron a una valoración por un panel de catadores. Para el primer experimento, el panel de catadores se constituyó por 20 personas no expertas en temas culinarios, para conocer el nivel de aceptación general que dicho panel percibía sobre las mismas; el panel evaluó mediante una escala hedónica de nueve puntos (Tabla 1). Para el segundo experimento, el panel de catadores se constituyó por 10 integrantes, expertos en el tema culinario, entre profesores y estudiantes avanzados del Centro Gastronómico de Alta Cocina, la Escuela del Chef Jesús Sánchez, de la ciudad de Mérida, Venezuela. Para el segundo experimento se tomó en cuenta la información del primero y, apuntó a obtener un producto de alta aceptación; además, se modificó en dos niveles los contenidos de yema de huevo y aceite.

Tabla 1: Escala hedónica de nueve puntos

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me gusta muchísimo	6	Me gusta poco
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta bastante
3	Me disgusta bastante	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta poco	9	Me gusta muchísimo
5	No me gusta ni me disgusta		

Para el primer experimento factorial, el proceso, propiamente dicho, de elaboración de las mayonesas comenzó por batir, con un mezclador manual, marca Press, 58 o 61 gramos de fase acuosa, según las condiciones de operación (alto o bajo contenido de sal), en un recipiente de acero inoxidable. Para el segundo experimento factorial, se empleó siempre 58 gramos de fase acuosa. Luego, para todos los casos, se agregó la fase aceite en forma de hilo sin dejar de mezclar; a medida que se va incorporando la fase aceite, por simple inspección, se observó que la viscosidad del sistema se incrementó progresivamente. La mezcla resultante se trasvasó al recipiente de la licuadora de inmersión y se sometió a un proceso de mezclado (molienda) más intenso derivando en un sistema emulsionado (mayonesa) mucho más viscoso.

Finalmente, las mayonesas se trasvasaron a vasos plásticos con tapa, previamente rotulados, y se llevó a refrigeración manteniéndose allí hasta la prueba de valoración sensorial, cata respectiva.

• Experimentos factoriales 2^2

La Tabla 2 sintetiza de manera representativa los dos diseños estadísticos experimentales factoriales 2^2 que se realizaron en esta investigación; en ella se muestran la matriz de diseño, las observaciones promedio para cada réplica y la matriz de los efectos. Para el primer experimento, "A" y "B" representan las concentraciones de sal de mesa y de extracto oleoso de orégano, respectivamente, a dos niveles. Los signos "-" y "+" representan los niveles bajo y alto, respectivamente, de las concentraciones. De manera similar, para el segundo experimento factorial 2^2 , "A" y "B" representan las cantidades de yema de huevo y fase aceite, respectivamente. Los signos "-" y "+" representan los dos niveles bajo y alto, respectivamente, de las cantidades de yema y fase aceite. Los resultados de ambos experimentos se representan mediante el promedio de las observaciones de los participantes en las pruebas sensoriales sobre la aceptabilidad general de las mayonesas por parte de éstos teniendo en cuenta la escala hedónica de nueve puntos, Tabla 1. Los efectos principales y de interacción se calculan, teniendo en cuenta los signos de la matriz de efectos, como la diferencia de los promedios positivos y negativos de las respuestas, esto es: Efecto de A = $(\bar{y}_+ - \bar{y}_-)$; así que, para el efecto de "A" sobre el grado de aceptabilidad general, el promedio \bar{y}_+ viene a ser $(1/4) * (y_{12} + y_{14} + y_{22} + y_{24})$; mientras que \bar{y}_- viene a ser $(1/4) * (y_{11} + y_{13} + y_{11} + y_{13})$. El proceso de estimación de los efectos restantes, principal B y de interacción AB, sobre el grado de aceptabilidad general es similar.

Tabla 2: Diseño factorial 2^2

Matriz de Diseño		Observaciones		Matriz de Efectos		
		Promedios		A	B	AB
A	B	y_1	y_2			
-	-	y_{11}	y_{21}	-	-	+
+	-	y_{12}	y_{22}	+	-	-
-	+	y_{13}	y_{23}	-	+	-
+	+	y_{14}	y_{24}	+	+	+

• Valoración sensorial (cata) de las mayonesas

La cata de las mayonesas se llevó a cabo en dos ambientes; la primera se hizo con un grupo de no expertos culinarios, en las residencias Terrazas del Sol, Mérida, Venezuela. La segunda se llevó a cabo en el Centro Gastronómico de Alta Cocina, Escuela del Chef Jesús Sánchez. Con la idea de disminuir el ruido de la secuencia en la que se prueban las mayonesas se hizo primero un sorteo que condujo en asignarles un número a cada participante de la cata; luego, con la función ALEATORIO de Excel se aleatorizó, para cada participante, el orden en que se debían probar las ocho preparaciones de mayonesa. El proceso de valoración sensorial,

cata, consistió en degustar cada mayonesa sobre una rodaja de pan, que cada uno de los participantes tomaba de una bandeja y la untaba con la mayonesa, indicada según la aleatorización, la comía y reportaba una opinión de acuerdo a la escala hedónica de nueve puntos, Tabla 1. Inmediatamente después, los participantes apuntaban su valoración y limpiaban el paladar con agua y galletas de soda y después de varios minutos proseguían con la siguiente muestra. Al culminar con las ocho muestras, cada participante entregó su planilla de valoración.

• Medición de tamaño de gota

Existen diferentes métodos para la determinación del diámetro promedio de gotas y la distribución del tamaño de gotas de una emulsión. En este trabajo se empleó el equipo Malvern Mastersizer, el cual se fundamenta en la técnica de difracción de luz láser. Después de cada medida se genera un reporte que presenta: el diámetro $d[4,3]$ o d_{43} y diámetro $d[3,2]$ o d_{32} que corresponden al promedio aritmético de la distribución en volumen y en área, respectivamente. Se tomó como valor promedio de gotas el diámetro de Sauter (d_{32}), porque ha sido usado frecuentemente en los estudios de correlaciones reportados en la literatura (Rounsley, 1982; Eckert *et al.*, 1985; Briceño *et al.*, 2002).

3 Resultados y Discusión

El primer experimento factorial 2^2 se presenta de manera sintética en la tabla 3a y su análisis de varianza en la Tabla 3b. En la Tabla 3a se presentan de manera sintetizada el diseño experimental, las cuatro condiciones de operación, las observaciones promedio de cada una de las cuatro condiciones de operación para las dos réplicas y la matriz de efectos, que facilita estimar los efectos. La Tabla 3b, se presenta el análisis de varianza; primero se muestran los tres efectos, dos de cada una de las variables (A y B) y el de su interacción (AB) sobre el nivel de aceptación general de las ocho mayonesas. Por simple inspección de los valores de los efectos presentados en dicha tabla se ve que son significativos por su valor, luego el análisis de varianza y el factor “p” lo confirman; se muestra que hay evidencias estadísticas altamente significativas de que el efecto de las concentraciones de sal (variable A), y extracto oleoso de orégano (variable B) y el de su interacción tienen efectos altamente significativos estadísticamente sobre la respuesta nivel de aceptación general de parte de los participantes. La tabla muestra que el efecto de la concentración de sal es el más importante. Vale mencionar que los tres efectos (los dos principales y el de interacción) operan de forma sinérgica sugiriendo que un producto con mayor aceptación se podría conseguir a menores concentraciones de sal y del extracto oleoso de orégano. Así, este resultado dio pistas para diseñar el segundo experimento factorial el cual se valoró por profesionales del Centro Gastronómico de Alta Cocina, la

Escuela del Chef Jesús Sánchez, de la ciudad de Mérida, Venezuela.

Tabla 3: Primer experimento factorial 2^2 ; A: concentración de sal; B concentración de extracto de orégano

Matriz de Diseño		Observaciones		Matriz de Efectos			Fuente	Efectos	SS	GL	MS	F _o	F _{crit}	p
		Promedios		A	B	AB								
A	B	y ₁	y ₂	A	B	AB								
-	-	8,3	7,8	-	-	+	A	-2,28	10,35	1	10,35	102,23	7,71	5,4,E-04
-	+	5,1	4,7	+	-	-	B	-1,38	3,78	1	3,78	37,35	7,71	3,6,E-03
+	-	5,5	6,1	-	+	-	AB	0,88	1,53	1	1,53	15,12	7,71	1,8,E-02
+	+	4,3	4,5	+	+	+	Error	0,40	4	0,10				
Total								16,07	7					

a) Corrida experimental y su réplica; b) Efectos y análisis de varianza

Las Tablas 4a y 4b presentan, de manera similar al caso del primer experimento factorial, los resultados del segundo experimento factorial. En este caso, sin embargo, se muestra que no hay evidencias altamente significativas de que las cantidades de yema y aceite, entre los valores estudiados, tengan efectos importantes sobre la aceptabilidad general de las mayonesas por parte de los participantes. Sin embargo, tomando en cuenta que dicha cata la tomaron profesionales del arte de preparar alimentos, que valoraron la aceptabilidad general con un 7.66 de promedio global en la escala hedónica de nueve puntos y que expresaron abiertamente que casi todas las mayonesas les habían gustado mucho, aunque mostraron preferencias por las mayonesas preparadas de acuerdo a las condiciones de operación del diseño 3, - +, esto es menos yemas, más clara, y más fase aceite. Así que, se puede decir que los resultados del primer experimento estuvieron muy acertado al sugerir menores concentraciones de sal y del extracto oleoso de orégano. También se puede decir que modificar la variación en la cantidad de yema de huevo y de fase aceite no modificaron (disminuir o aumentar) de manera importante el grado de aceptación general.

Tabla 4: Segundo experimento factorial 2^2 ; A: Cantidad de yema; B Cantidad de fase aceite.

Matriz de Diseño		Observaciones		Matriz de Efectos			Fuente	Efectos	SS	GL	MS	F _o	F _{crit}	p
		Promedios		A	B	AB								
A	B	y ₁	y ₂	A	B	AB								
-	-	8,0	8,0	-	-	+	A	-0,68	0,91	1	0,91	4,03	7,71	1,2,E-01
-	+	6,4	7,0	+	-	-	B	0,63	0,78	1	0,78	3,45	7,71	1,4,E-01
+	-	7,4	8,6	-	+	-	AB	0,63	0,78	1	0,78	3,45	7,71	1,4,E-01
+	+	7,9	8,0	+	+	+	Error	0,91	4	0,23				
Total								3,38	7					

a) Corrida experimental y su réplica; b) Efectos y análisis de varianza

El tamaño y distribución de tamaño de gota de una emulsión da cuenta de su textura y viscosidad; por simple inspección, se observó que las viscosidades de las distintas mayonesas se incrementaron progresivamente al ir incorporando el aceite de manera manual; luego, se observó que dichas mayonesas sufrieron un incremento mucho mayor en su viscosidad al someterlas al proceso de alta cizalla mediante la licuadora de inmersión para obtener la mayonesa final. Posiblemente, esto se deba a dos causas provocadas por la acción de la licuadora de inmersión: la primera, la disminución de tamaño de gota y la segunda una distribución de tamaño de gotas más estrecha, (McClements, 2015). La licuadora de inmersión incorpora mucho más energía y cizalla que la que pueda aportar un agitador manual por muy buen diseño que este último tenga. A las mayonesas finales del primer experimento se les midió la distribución

del tamaño de gotas, resultando que todas presentaron una distribución bimodal como la que se muestra en la **Fig.1**.

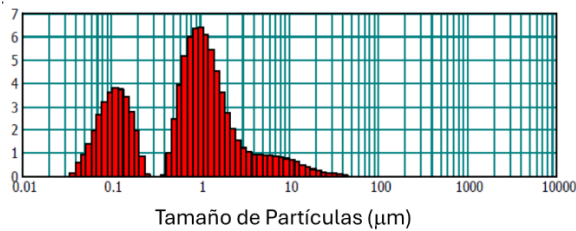


Fig.1.: Distribución de tamaño de gota de la mayonesa con condiciones de experimentación “- -”, ver Tabla 3a.

El comportamiento bimodal en la distribución de tamaño de gotas sugiere dos mecanismos de molienda o una restricción que separe el sistema en una zona de baja y otra de alta cizalla, en los que se produzcan gotas grandes y pequeñas, respectivamente. Esto último tiene sentido, puesto que una vez que el sistema se pasó por la licuadora de inmersión el sistema se puso tan viscoso que era muy difícil hacer que todo el sistema pasara por la zona de alta cizalla, cercana a las cuchillas de la licuadora.

Finalmente, vale mencionar que hoy en día se ha puesto de moda en la formulación de alimentos industriales y artesanales agregarles algunos componentes con cualidades funcionales específicas a los alimentos emulsionados, de modo que aparte de coadyuvar a incrementar la aceptabilidad de un producto en el mercado, afectando su sabor, aroma, textura o estabilidad, cumplan otra función. Así, se encuentra en la literatura que, el orégano es muy utilizado en la cocina mundial para potenciar las cualidades organolépticas de las comidas y aderezos. Pero, además, se menciona en la introducción, el orégano, sus aceites esenciales, presenta un paquete increíble de propiedades de naturaleza clínica como germicida, fungicida, antiparasítico, alta capacidad antigénotóxica, etc. y como antioxidante natural. Esto es, los aceites esenciales del orégano pueden ayudar a combatir afecciones como la sinusitis y la migraña, enfermedades ligadas al hongo *Candida*; así como también, coadyuvar a atenuar la dificultad para bajar de peso, frecuentemente relacionada al desequilibrio de la biota intestinal. Por todo lo anterior, el orégano se postula como un fuerte candidato para aportar a cualquier producto emulsionado alimenticio, además de mejorar propiedades organolépticas, múltiples funciones que le darían a dichos productos un verdadero plus a sus demandas de consumo global. Una mayonesa preparada a base de extracto oleoso de orégano no sólo podría ser un excelente producto alimenticio, sino que también podría presentar propiedades curativas.

4 Conclusiones

Las variables concentraciones de sal y extracto oleoso de orégano, así como su interacción muestran tener gran efecto sobre el grado de aceptación general de una mayonesa, lo cual es de gran importancia a la hora de formular una mayonesa de gran aceptabilidad general. La cantidad de aceite y huevo parecen no ser determinantes, en los niveles estudiados, sobre el nivel de aceptación general de una mayonesa; sin embargo, vale mencionar que, no parecen influir de manera negativa sobre el nivel de aceptación en sistemas en los que las concentraciones de sal y de extracto oleoso de orégano se establecen a las condiciones para producir mayonesas de gran aceptación general.



Todas las mayonesas del primer experimento presentaron un comportamiento bimodal sugiriendo dos mecanismos de molienda, dos zonas de cizalla, una asociada a gotas pequeñas y la otra a gotas grandes.

Agradecimientos

Los autores reconocen y agradecen el gran apoyo del laboratorio FIRP por la determinación de la distribución de tamaño de gotas de las distintas mayonesas elaboradas en este trabajo, en especial, al profesor Johnny Bullón, por haber concedido la autorización para llevar a cabo los ensayos y a la licenciada Francis Véjar, quien coordinó las pruebas de laboratorio. De igual manera, se agradece el apoyo de los laboratorios POLYCOL, QUEXA y al Centro de Investigaciones y Proyectos en Matemática Aplicada, CIMA. También, se agradecen el apoyo del Centro de Gastronómico de Alta Cocina, la Escuela del Chef Jesús Sánchez; por su disposición para realizar la segunda cata; y, finalmente, a cada uno de los integrantes de las dos catas por su indispensable aporte, sin el cual este trabajo no se hubiese podido llevar a cabo.

Referencias

- Antony, J. (2014). Design of experiments for engineers and scientists (2.^a ed.). Elsevier.
- Arcila-Lozano, C. C., Loarca-Piña, G., Lecona-Urbe, S., y González de Mejía, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1),100-111.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015
- Balusamy, S. R., Perumalsamy, H., Huq, M. A., & Balasubramanian, B. (2018). Anti-proliferative activity of *Origanum vulgare* inhibited lipogenesis and induced

- mitochondrial mediated apoptosis in human stomach cancer cell lines. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 108,1835-1844.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.028>
- Briceño, M. I., Solórzano, Y., Bertrand, J., y Salager, J. L. (2002). Emulsification of concentrated O/W emulsions in controlled hydrodynamic conditions: How formulation and mixing efficiency are linked. En *Proceedings of the 3rd World Congress on Emulsion* (Paper 145). Lyon, Francia.
- Eckert, R. E., McLaughlin, C. M., y Rushton, J. H. (1985). Liquid-liquid interfacial areas formed by turbine impellers in baffled, cylindrical mixing tanks. *AIChE Journal*, 31(11),1811-1819.
<https://doi.org/10.1002/aic.690311107>
- FONDONORMA. (2016). *Aditivos alimentarios (3ra. Revisión)* (COVENIN 910:2016). Caracas, Venezuela: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad.
- FONDONORMA. (2020). *Mayonesa (5ta. Revisión)* (COVENIN 90:2020). Caracas, Venezuela: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGraw-Hill.
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., y Franco, D. J. (2022). Advances in Natural Antioxidants for Food Improvement. *Antioxidants*, 11(9), 1825.
<https://doi.org/10.3390/antiox11091825>
- McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: Principles, practices, and techniques* (3.^a ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/b18868>
- Montgomery, D. C. (2002). *Diseño y análisis de experimentos* (2.^a ed.). Limusa Wiley.
- Nurzyńska-Wierdak, R., y Walasek-Janusz, M. (2025). Chemical composition, biological activity, and potential uses of oregano (*Origanum vulgare* L.) and oregano essential oil. *Pharmaceuticals*, 18(2), 267.
<https://doi.org/10.3390/ph18020267>
- Rounsley, R. R. (1983). Oil dispersion with a turbine mixer. *AIChE Journal*, 29(4), 597-603.
<https://doi.org/10.1002/aic.690290412>
-  <https://orcid.org/0009-0006-4109-624X>
- Celis, María-Teresa:** Ingeniero Químico Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-1981; Master en Ingeniería Química, 1997, University of South Florida (USF), USA; Ph.D. en Ingeniería Química 2000, USF, USA; Post. Doc. (Water-based, Natural Polymer Surfactants: Implications for Deepwater Horizon Oil Spill Dispersions and Cleanup Operations), 2012, USF, USA; Directora Laboratorio de Polímeros y Coloides, Facultad de Ingeniería (ULA), Coordinadora técnica Laboratorio FIRP, Facultad de Ingeniería (ULA), Profesora Titular, Facultad de Ingeniería ULA. Investigadora y experta en el área de polímeros, emulsiones y caracterización de sistemas dispersos usando espectroscopia, Miembro correspondiente estatal de la Academia de Mérida.
Correo electrónico: celismt@ula.ve.
-  <https://orcid.org/0000-0003-3618-3569>

Recibido: 10 de enero de 2026

Aceptado: 26 de marzo de 2026

Zambrano, Lorena: Ingeniero Químico, Profesora del Departamento de Cálculo de la Escuela Básica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0009-0092-7571>

López, Juan: Profesor Titular de la Escuela Básica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes PhD, Universidad de Florida.. MSc, Universidad de Los Andes.

Correo electrónico: quexajc@gmail.com.

