

Análisis de perfil de textura para la optimización en la elaboración de un merengue francés

J. Garrido-Islas¹, N. Güemes-Vera^{1*}, J.J. Chanona-Perez², A. Quintero-Lira¹, J. Piloni-Martini¹

¹Maestría en Ciencia de los Alimentos de la Area Academica de Ing. Agroindustrial e Ing. en Alimentos del Instituto de Ciencias Agropecuarias del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la UAEH. Ex Hacienda de Aquetzalpa s/n Rancho Universitaria Av. Universidad no. 100. C.P. 43600. Tulancingo, Hidalgo.

²Departamento de Graduados e Investigacion en Alimentos de la Escuela Nacional de Ciencias Biologicas del IPN, Plan de Ayala s/n Casco de Santo Tomas D. F.Mexico.

*Autor de correspondencia: njgv2002@yahoo.com.mx

RESUMEN:

En la actualidad el merengue francés es de gran importancia en la industria panadera, sin embargo no existe demasiada información de la textura de este alimento. En base a lo anterior se realizó el siguiente trabajo de investigación en el cual se elaboró un merengue francés en donde se utilizaron 4 condiciones (tiempo de batido, tiempo de horneado, temperatura de horneado y velocidad de batido) las cuales fueron modificadas en 9 tratamientos y posteriormente analizados mediante Ortogonal de Taguchi, el cual genero una optimización para ser comparada contra el control. Se realizó un análisis de perfil de textura (APT) para determinar las características físicas de cada uno de los tratamientos, en donde se midieron los parámetros de dureza (g), adhesividad (mJ), cohesividad, elasticidad, numero de fracturas y fracturabilidad (g). Los resultados obtenidos muestran que la optimización dada por el método estadístico si presento mejoras en cuanto a dureza (g), adhesividad (mJ), cohesividad, elasticidad y fracturabilidad, considerando que mejora cinco de seis parámetros se acepta como una buena optimización.

Palabra clave: espumas, merengue, Ortogonal de Taguchi.

ABSTRACT:

At present the French meringue is of great importance in the baking industry, however there is not much information of the texture of this food. Based on the above, the following research was carried out in which a French meringue was elaborated in which 4 conditions (beat time, baking time, baking temperature and beat speed) were used, which were modified in 9 treatments And later analyzed by Orthogonal of Taguchi, which generated an optimization to be compared against the control. A texture profile analysis (APT) was performed to determine the physical characteristics of each of the treatments, where the parameters of hardness (g), adhesiveness (mJ), cohesiveness, elasticity, number of fractures and fracturability wer e measured (g). The results obtained show that the optimization given by the statistical method shows improvements in hardness (g), adhesiveness (mJ), cohesivity, elasticity and fracturability, considering that improvement of five of six parameters is accepted as a good optimization.

Keyword: foams, meringue, Orthogonal of Taguchi

INTRODUCCIÓN

Las espumas son extensamente utilizadas en el campo alimenticio, las cuales ayudan a generar diversos productos como los son: crema batida, helados de crema, pasteles y merengues. Las propiedades de textura son únicas debido a la dispersión de numerosas burbujas de aire pequeñas. En productos como los merengues, las proteínas son los principales agentes con actividad superficial que ayudan a la formación y estabilización de la fase gaseosa dispersa. Generalmente se utiliza la clara de huevo (Castillo et al, 2006; Ptaszek, 2013) debido a las proteínas presentes en ella como lo es la ovoalbúmina, entre otras (Badui, 2013).

De aquí que los alimentos aireados presentan beneficios como los son:

- Reducción de la densidad de aumento de volumen.
- Creación de nuevas texturas y estructuras.
- Atractivo estético.
- Mejora de palatabilidad y atractivo sensorial (suavidad, ligereza y crujencia).
- Entre otros (Campbell, 2016).

El merengue es una espuma ampliamente utilizada en el ámbito alimenticio ya que se utiliza en varias preparaciones como lo es en la elaboración de biscochos para celíacos, preparaciones tipo mouse, genovesa, entre otros.

De aquí a nacido el interés académico e industrial cada vez mayor para estudiar espumas alimenticias y productos aireados que proviene de los atributos proporcionados por las burbujas (Germain & Aguilera, 2014).

A causa de esto se comienza este trabajo de investigación para mejorar la formulación del merengue francés para ser utilizado en la industria panadera, ya sea para la elaboración de la genovesa o en la fabricación de biscochos para celíacos, ya que presenta un buen espumado gracias a la proteína de la clara de huevo.

Al modificar parámetros de elaboración y analizarlo se puede observar que el método estadístico Ortogonal de Taguchi permite crear una optimización del merengue y este presenta una mejora en relación con el merengue control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del merengue

La elaboración del merengue control se realizó con la utilización de clara de huevo, la cual llevo una agitación mecánica en un recipiente de acero inoxidable durante 4 min a 300 rpm (Rodríguez, Sahi & Hernando, 2014), hasta que se obtuvo el punto de nieve (1.33 minutos de batido), fue incorporada la azúcar (60 g por huevo) gradualmente en forma de lluvia, mientras mantenía el batido a 300 rpm durante 2.33 min (Muñoz, 2013). Se horneo a 100 °C durante 2 h (Licciardello, et al, 2012).

Análisis de Perfil de Textura

Las propiedades mecánicas del merengue fueron obtenidas a partir de una prueba de análisis de perfil de textura (APT) utilizando un Texture Analyzer Brookfield, equipado con una celda de carga de 4.5 Kg. El merengue fue considerado como una forma cilíndrica, realizando 10 mediciones a cada tratamiento. En cada medición se realizaron dos compresiones a cada uno de los merengues con una sonda de cilindro QTS-AACC36, con un 20% de deformación a una velocidad de 0.5 mm/s (Rubel et al, 2015; Hernández & Güemes, 2010; Güemes et al, 2009). Obteniéndose los parámetros de Dureza (Fuerza requerida para una deformación predeterminada), Adhesividad (Trabajo necesario para superar las fuerzas pegajosas entre la muestra y la sonda), Cohesividad

(Fuerza de los enlaces internos en la muestra), Elasticidad (Velocidad a la que una muestra deformada vuelve a su tamaño y forma originales), Fracturabilidad (Fuerza en la primera ruptura significativa en la primera curva) y número de fracturas (Trinh & Steve, 2012).

Análisis estadístico

El diseño estadístico utilizado fue Ortogonal de Taguchi ($P \leq 0.05$) con un arreglo L_9 (3×4) de 3 niveles y 4 factores (tabla I), con el programa estadístico Minitab® 16.

El diseño arrojó las combinaciones a analizar (tabla II) y una optimización del proceso teniendo en cuenta las mejoras de los parámetros analizados.

Tabla I: Factores, niveles y códigos del diseño experimental de Ortogonal de Taguchi L_9 (3×4)

Factores	Niveles			Código		
tiempo de horneado (tH) (min)	90	135	180	a	b	c
tiempo de batido (tB) (min)	3	6.5	10	a	b	c
temperatura de horneado (THo) (°C)	60	90	120	a	b	c
velocidad de batido (VB) (rpm)	300	400	500	a	b	c

Tabla II: Diseño codificado Ortogonal de Taguchi L_9 (3×4) (tratamientos)

Replica	tH	tB	THo	VB
1	a	a	a	a
2	a	b	b	b
3	a	c	c	c
4	b	a	b	c
5	b	b	c	a
6	b	c	a	b
7	c	a	c	b
8	c	b	a	c
9	c	c	b	a

tH: tiempo de horneado, tB: tiempo de batido,
THo: temperatura de horneado, VB: velocidad de batido

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó un diseño Ortogonal de Taguchi con arreglo L_9 (3×4). El diseño experimental consiste en la localización de variables de ajuste, de acuerdo a los factores que se consideren como variables de repuesta. Estos factores determinarán en una escala de: “más bajo es mejor” o “más alto es mejor”, cuál es la formulación óptima, que se discuten de acuerdo a los resultados obtenidos de las interacciones entre los factores de ajuste que son seleccionados para realizar el experimento (Kemal et al, 2016).

En la tabla III se describirá en que porcentaje se afectan los parámetros del APT para la optimización individual por cada factor (valores marcados en letra negrita).

Como se puede observar (tabla 3) en cuanto a la dureza (g) el factor que más afecta es la temperatura de horneado con una incidencia de 48.09%, para la adhesividad la velocidad de batido es la que menos interfiere con un 5.88%, en la cohesividad el tiempo de horneado es el que ayuda a mejorar este parámetro y presento un resultado de 53.59%, la elasticidad se ve menos afectada con el tiempo de batido con un 4.54%, para el número de fracturas y la fracturabilidad la temperatura de horneado es la que más interfiere en dichas características con un 64.82% y 43.51% respectivamente, en esto podemos ver que para mejorar el proceso de elaboración del merengue el parámetro que más interviene es la temperatura de horneado.

Tabla III: Niveles de significancia y evaluación del porcentaje de contribución obtenidos a partir de la anova de factores.

Factores	Dureza		Adhesividad		Cohesividad		Elasticidad		Número de fracturas		Fracturabilidad	
	PRC	P	PRC	P	PRC	P	PRC	P	PRC	P	PRC	P
tH	6.29	0.76	67.06	0.10	53.59	0.17	6.39	0.74	19.37	0.43	5.69	0.79
tB	29.66	0.36	12.16	0.62	17.44	0.49	4.54	0.81	10.47	0.62	31.89	0.32
THo	48.09	0.20	14.90	0.76	24.18	0.39	47.84	0.18	64.82	0.11	43.51	0.23
VB	15.96	0.53	5.88	0.30	4.79	0.81	41.23	0.22	5.34	0.77	18.91	0.48

tH: tiempo de horneado, tB: tiempo de batido, THo: temperatura de horneado, VB: velocidad de batido

En la tabla 4 se realiza la optimización del proceso mediante la selección individualmente de cada factor, para así obtener nuevas combinaciones de elaboración y poder aplicarlas en nuestro nuevo producto.

Para formular la optimización general se seleccionó la combinación más repetitiva para cada parámetro

En la tabla 5 se observa una predicción realizada mediante el diseño estadístico Ortogonal de Taguchi y en la fila posterior se presentan los datos reales de la optimización. A pesar de que no son los predichos se puede observar que si se mejoraron los resultados a relación del control, solamente el número de fracturas presenta una predicción incorrecta, pero al mejorar 5 parámetros obtenidos se acepta como una mejora del merengue.

Tabla IV: Determinación de la optimización general

Factor	Nivel	Dureza (g)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Elasticidad	Número de fracturas	Fracturabilidad (g)	Optimización general	Interpretación
tH	a	1249	0.302	0.114	0.245	1.330	1042	tH _c	180 min
	b	1363	0.009	0.287	0.283	2.611	1082		
	c	2243	0.043	0.019	0.183	2.722	1781		
tB	a	1214	0.025	0.069	0.250	2.889	878	tB _c	10 min
	b	862	0.123	0.079	0.272	1.722	745		
	c	2779	0.207	0.013	0.189	2.056	2283		
T _{Ho}	a	244	0.010	0.740	0.328	1.778	216	T _{Ho} _c	120 °C
	b	2250	0.143	0.080	0.267	1.389	1816		
	c	2360	0.203	0.007	0.117	3.500	1879		
VB	a	2287	0.047	0.059	0.356	2.667	1909	VB _a	300 rpm
	b	271	0.129	0.071	0.194	2.222	530		
	c	1847	0.179	0.313	0.161	1.778	1466		

tH: tiempo de horneado, tB: tiempo de batido, T_{Ho}: temperatura de horneado, VB: velocidad de batido

Tabla V: Predicción de la optimización y optimización real

	Dureza (g)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Elasticidad	Número de fracturas	Fracturabilidad (g)
Control	2369.17	-0.003	0.01	0.13	3	1533
Optimización (predicción)	4813.64	-0.15	0.06	0.13	4.3	3941.39
Optimización (real)	3647.17	-0.5	0.01	0.03	1	3643.67

CONCLUSIONES

Se puede observar que el método analítico Ortogonal de Taguchi es de gran ayuda ya que nos permitió realizar una optimización para mejorar nuestro producto a partir de las combinaciones realizadas a los tratamientos.

Los parámetros analizados en el APT nos indican que cinco de seis factores fueron mejorados con respecto al control.

BIBLIOGRAFÍA

- Badui-Dergal, S. 2013. Química de los alimentos. (5ª. Ed). Capítulo 3: Proteínas. México. Pearson. (211).
- Campbell, G.M. 2016. Aerated Foods. Encyclopedia of Food and Health. 51-60. doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00012-X
- Castillo, E., Courtois, F., y Relkin, P. 2006. Cuantificación de la persistencia y homogeneidad de espumas mediante procesamiento de imágenes. Ciencia y tecnología alimentaria, 5(2), 147-155.
- Germain, J. y Aguilera J. 2014. Multi-scale properties of protein-stabilized foams. Food structure. 1, 55-70.
- Güemes, N., Totosaus, A., Hernandez, J.F., Soto, S., y Aquino, E.N. 2009. Propiedades de textura de masa y pan dulce tipo "concha" fortificado con proteínas de suero de leche. Food Science And Technology (Campinas), 29(1), 70-75.
- Hernández, S. y Güemes, N. 2010. Efecto de la adición de harina de cascara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. Nacameh, 4, 23-36.
- Licciardello, F. Frisullo, P. Laverse, J. Muratore, G. Del Nobile, M. 2012. Effect of sugar, citric acid and egg white type on the microstructural and mechanical properties of meringues. Journal of Food Engineering, 108, 453-462.
- Muñoz, L. 2013. Pastelería artesanal. (1ra. Ed). Buenos Aires. Albatros. (pág, 12).
- Ptaszek, P. 2013. The non-linear rheological properties of fresh wet foams based on egg white proteins and selected hydrocolloids. Food research international. 54, 478-486.
- Rodríguez, J. Sahi, S. y Hemando, I. 2014. Optimizing mixing during the sponge cake manufacturing process. Cereal Foods World, 59 (6), 287-292.
- Rubel, I. Pérez, E. Manrique, G. y Genovese, D. 2015. Fibre enrichment of wheat bread whit jerusalem artichoke inulin: effect on dough rheology and bread quality. Food structure. 3, 21-29.