

## **EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE UN NUEVO HOMOGENIZADOR EN LA FABRICACIÓN DE HELADO COPPELIA DE CHOCOLATE**

*Yanet Sariego-Toledo\**, *Eduardo García-Noa*, *Raidel Comet-Rodríguez* y  
*Carlos Guillén-Rodríguez*

*Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Facultad de Ingeniería Química, La Habana, Cuba.*

*C.P. 19 390*

*E-mail: ysariego@quimica.cujae.edu.cu*

### **RESUMEN**

En este trabajo se realiza la evaluación de la operación de homogenización, mediante el análisis de los parámetros de calidad físico-químicos y sensoriales de las mezclas de chocolate Coppelia elaboradas antes y después de la modificación tecnológica, aplicando un conjunto de técnicas estadísticas. Se demostró que para el sabor estudiado, los análisis químico-físicos y sensoriales cumplen con las normas establecidas, además se comprobó estadísticamente que la calidad de las mezclas procesadas con el nuevo equipo es superior a la de las mezclas procesadas con el homogenizador de 600 L/h.

**Palabras clave:** helado, homogenización, calidad.

### **ABSTRACT**

#### **Evaluation of a new homogenizer used in the manufacture of chocolate ice cream Coppelia**

In this paper, the evaluation of homogenization operation is made, analyzing the physical-chemical's parameters and sensorial properties of the mixtures of chocolate Coppelia made before and after the technology was modified, using a set of statistical techniques. It was shown that for flavor tested, the physic-chemical analysis and sensorial meet the standards, also it was found statistically that the quality of processed mixes with the new homogenizer is best to the mixtures processed with the homogenizer 600 L/h.

**Key words:** ice cream, homogenization, quality.

### **INTRODUCCIÓN**

La planta de helados en estudio se puso en marcha en el año 1998. La misma se concibió para garantizar una producción de paquetería (paletas, conos, bocaditos y potes). Todo el equipamiento e instrumentación de la planta corresponde a una tecnología italiana fabricada en el mismo año de instalación de la planta. Actualmente, después de casi 10 años de explotación, sus producciones se encuentran reducidas y limitadas por la existencia de problemas de deterioro y desgaste de algunos equipos en la línea tecnológica. El homogenizador es uno de esos equipos, el cual ha provocado un gran número de horas de interrupción.

La operación de homogenización es la encargada de asegurar que el producto terminado tenga el cuerpo, la textura, la homogeneidad y la cremosidad requerida.

---

*\*Yanet Sariego Toledo: Ingeniera Química (ISPJAE, 2007). Tres años de experiencia laboral como profesora instructora del ISPJAE. Ha impartido las asignaturas de Estadística, Métodos Numéricos, Computación, Ingeniería de Procesos y Evaluación Energética de Procesos Industriales. Ha cursado todos los posgrados de la Maestría de Ingeniería Alimentaria y ha dirigido trabajos de diplomas vinculados con el tema de investigación de análisis de procesos en la producción y uso de frío para la elaboración de helados.*

Reduce la posibilidad de separación de la grasa durante el batimiento en el congelador y por tanto la formación de capas en la superficie de la mezcla. Asegura la estabilidad del producto en el tiempo, incrementa la viscosidad influyendo en el cuerpo y rendimiento de la mezcla (1-3).

Dada la necesidad de disminuir el número de interrupciones y de garantizar una buena operación de homogenización por las ventajas que esto implica, se realiza la sustitución del homogenizador italiano de 600 L, marca CE-FBF fabricado en 1998, por uno ruso de 1 500 L de capacidad fabricado en 1981 y de marca PX-36780987. Debido a que se desconocen los efectos de este nuevo equipo en la calidad total del helado, para el desarrollo del presente trabajo se planteó como objetivo general evaluar qué cambios se producen en los indicadores técnicos y de calidad del producto terminado (análisis físico-químicos y sensoriales) tras la sustitución del homogenizador, por uno de mayor capacidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez que la tecnología propia de un proceso productivo sirvió como base a un proyecto de modificación de algún equipo o subsistema, se hace necesario el chequeo posterior de aquellos parámetros de calidad del producto propensos a sufrir alteraciones.

En la planta se utiliza un sistema continuo de pasteurización, que consiste en una unidad completa de preparación de mezcla, pasteurización, homogenización y enfriamiento. Una vez que todo el volumen de mezcla se encuentra frío y depositado en el tanque guarda de maduración se procede a la toma de las muestras. En cada tanque se tomaron muestras a las cuales se les realizaron los análisis sensoriales de aspecto, sabor y textura, por duplicado el análisis microbiológico (conteo de coliformes y conteo total bacteriano) y físico-químico (acidez, grasa y sólidos totales).

Se estudiaron los resultados de los análisis físico-químicos y sensoriales durante cuatro meses consecutivos. El equipo sustituido no tuvo influencia sobre la etapa de pasteurización que es la que determina el contenido de microorganismos en la mezcla en este primer bloque de operaciones del proceso, por lo que no se tuvieron en cuenta los análisis microbiológicos. El estudio se llevó a cabo para el chocolate Coppelia, por ser los

mayores volúmenes de producción en el período citado, además el chocolate es esencial tenerlo en cuenta por ser el sabor más crítico a homogenizar.

Los datos se procesaron con el paquete estadístico para Windows STATGRAPHICS Plus 5.1. A los análisis físico-químicos, que están asociados a las variables continuas (4), se le realizó el análisis de la normalidad de los datos, la determinación del nivel de tolerancia estadística y seguidamente se sometieron a escrutinio estadístico mediante una prueba de hipótesis de media unilateral y una prueba de hipótesis de comparación de medias.

Los análisis sensoriales (los cuales el panel sensorial los evalúa en un rango de 1 a 5 puntos) (5) están asociados a las variables discretas y por tanto se procesaron siguiendo una distribución binomial (4, 6). A los mismos se les realizaron las siguientes pruebas estadísticas: análisis del nivel de tolerancia estadística, análisis de distribución de frecuencias y prueba de hipótesis de medias bilaterales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la relación de los estadígrafos indicadores de la normalidad para cada análisis. En todos los casos la varianza es baja, lo que indica que los valores están próximos a la media y no tienen gran dispersión. Los valores de curtosis y asimetría estandarizadas se encuentran entre -2 y 2, por tanto, cada uno de los análisis en estudio cumple con una distribución normal como distribución teórica de probabilidad independientemente del equipo homogenizador empleado para la elaboración de la mezcla. De esta manera se garantizó que los valores no tuvieran un alejamiento significativo de la normalidad y por lo tanto estas muestras pudieran ser empleadas en cualquier prueba estadística que parta de este supuesto.

Con los dos equipos, el nivel de tolerancia (Tabla 1) con que se trabajó para el tamaño de muestra que se tenía, fue bajo, lo que indica la precisión de estas técnicas analíticas, garantizándose los resultados para 95 % de confiabilidad.

**Tabla 1. Caracterización estadística de los análisis de acidez, grasa y sólidos totales efectuados a las mezclas elaboradas con ambos equipos homogenizadores.**

	Estadígrafo	Acidez	Grasa	Sólidos totales
Homogenizador 600 L/h	Curtosis	-1,09	-0,16	-0,98
	Asimetría	-0,11	0,08	0,45
	Varianza	0,00	0,39	0,03
	Tolerancia	0,00	-0,01	-0,04
Homogenizador 1 500 L/h	Curtosis	-1,09	-0,51	-0,85
	Asimetría	0,10	-0,68	0,11
	Varianza	0,00	0,14	0,02
	Tolerancia	0,00	-0,08	-0,02

Para comparar los análisis efectuados a las mezclas elaboradas con el nuevo equipo y la norma establecida (7) se aplicó la prueba de hipótesis de media unilateral correspondiente para cada análisis. La Tabla 2 refleja los resultados obtenidos, de ellos puede decirse que el análisis de acidez cumple con la norma establecida, por ser la media real menor que la permisible, pues el p-valor para la prueba es inferior a 0,05 y por tanto se rechaza la hipótesis nula para 95 % de confiabilidad.

En el análisis de grasa la media de los análisis hechos a las mezclas elaboradas con el homogenizador de 1 500 L/h es superior a 13,00 que es el valor mínimo establecido pues el p-valor resultó ser inferior a 0,05 rechazándose la hipótesis nula para 95 % de nivel de confianza. La mezcla homogenizada con este equipo tenía el contenido de grasa requerido y con la dispersión adecuada, siendo entonces satisfactoria la operación de homogenización.

**Tabla 2. Pruebas de hipótesis unilateral y bilateral**

%	Valor de la norma	Media Equipo 1 500 L/h	Media Equipo 600 L/h	p-valor Prueba unilateral (respecto a la norma)	p-valor Prueba bilateral (comparando ambos equipos)
Acidez	0,27	0,23	0,23	0,002	0,053
Grasa	13,00	13,07	12,89	0,000	0,069
Sólidos Totales	41,13	41,02	41,00	0,038	0,070

Para el chocolate Coppelía, la media real de los sólidos totales resultó ser de 41,03 % la cual es menor que el valor máximo permisible para este parámetro que es 41,13 cumpliéndose con el requisito normado, pues se rechaza la hipótesis nula para 95 % de confiabilidad debido a que el p-valor es inferior a 0,05.

Para comparar los análisis efectuados a las mezclas elaboradas antes y después de la modificación se aplicó la prueba de hipótesis de media bilateral o de dos colas. De la prueba hecha al análisis de acidez se obtuvo que la acidez de las mezclas procesadas con el homogenizador de 1 500 L/h resultó ser estadísticamente igual a la acidez de las mezclas procesadas con el homogenizador de 600 L/h, pues el p-valor fue supe-

rior a 0,05 por lo que la hipótesis nula no pudo rechazarse para 95 % del nivel de confianza. El contenido de grasa medio y la dispersión del mismo, antes y después de la modificación no tuvieron diferencias estadísticamente significativas ya que se acepta la hipótesis nula para 95 % de confiabilidad pues el p-valor es superior a 0,05. Las medias muestrales de los análisis de sólidos totales efectuados a las mezclas procesadas antes y después de la modificación, no presentaron diferencias estadísticamente significativas, o lo que es lo mismo, que el contenido de sólidos totales en las mezclas procesadas antes y después de la modificación fue el mismo, debido a que se aceptó la hipótesis nula porque el p-valor es superior a 0,05.

Las medias de los análisis de acidez, grasa y sólidos totales efectuados a las mezclas procesadas con el homogenizador de 1 500 L/h no presentaron diferencias significativas respecto a las medias de los análisis efectuados a las mezclas elaboradas con el homogenizador de 600 L/h, por lo que puede decirse que la sustitución del equipo no influyó sobre los resultados de los análisis físico-químicos de calidad de la mezcla.

Los valores que se obtuvieron de los niveles de tolerancia con que se procesaron los análisis sensoriales de acuerdo al nivel de confiabilidad ajustado y las observaciones con que se contó, fueron inferiores o iguales a 15 %, que es un valor permisible para el procesamiento estadístico en estudios realizados a nivel industrial.

Las Tablas 3 y 4 muestran las frecuencias para cada uno de los análisis sensoriales realizados a las mezclas elaboradas antes y después de la modificación tecnológica. De esta herramienta estadística puedo observarse que en las distribuciones de los tres análisis no existe ninguna mezcla que no estuviera apta para la venta y consumo, ni antes ni después de la modificación. Sin embargo, pudo verse que antes de la sustitución del equipo, habían algunas de calidad aceptable, es decir, de tres puntos, lo que indica que algún atributo en una de las tres características (textura, sabor, aspecto) no estaba alcanzando la puntuación de bueno o excelente, lo que evidencia claramente la necesidad de la sustitución del equipo que se encontraba instalado por provocar defectos en el producto.

**Tabla 3. Tabla de frecuencia para los análisis de las mezclas elaboradas con el homogenizador de 600 L/h**

Clase	Límite inferior	Límite superior	Textura	Sabor	Aspecto
Menor o igual	2,9	-	0	0	0
1	2,9	3,7	6	2	6
2	3,7	4,5	6	8	4
3	4,5	5,3	18	20	20
Mayor que	-	5,3	0	0	0

**Tabla 4. Tabla de frecuencia para los análisis de las mezclas elaboradas con el homogenizador de 1 500 L/h**

Clase	Límite inferior	Límite superior	Textura	Sabor	Aspecto
Menor o igual	2,9	-	0	0	0
1	2,9	3,7	0	0	0
2	3,7	4,5	8	4	6
3	4,5	5,3	50	54	52
Mayor que	-	5,3	0	0	0

Antes de la modificación en los análisis de textura se encontraron seis evaluaciones que tenían puntuación de 3 y 18, de 5 puntos, lo que equivale a 20 % de evaluaciones aceptables y 60 % evaluaciones excelentes, el resto alcanzó puntuación de 4. Para el análisis de sabor, de los 30 análisis hay dos con 3 puntos y 20 con 5, lo que representa 6,66 % de evaluaciones aceptables y 66,66 % de evaluaciones excelentes, y el resto alcanzó 4 puntos. Para el análisis de aspecto hay 20 % de los valores con tres puntos y 66,66 % con 5 puntos. Después de la modificación no se detectó ningún análisis

que reportara una mezcla no apta para el consumo. Tampoco se obtuvo ningún análisis con puntuación de 3, es decir, ninguna mezcla de calidad aceptable, mientras que para los análisis de textura 86,20 % de los resultados fue de 5 puntos, para los análisis de sabor y aspecto fue 93,10 y 89,65 %, respectivamente; lo que equivale a 50, 54 y 52 análisis de un total de 58 observaciones en cada uno de los análisis. De estos resultados pudo verse claramente que se logró un incremento significativo en la cantidad de mezclas de

calidad excelente, o sea, con evaluaciones de cinco puntos y no hubo mezclas evaluaciones de tres puntos, es decir, con calidad aceptable.

## CONCLUSIONES

El homogenizador incorporado no influyó sobre los resultados de los análisis físico-químicos de calidad de la mezclas. Para el chocolate Coppelía, los análisis cumplen con las normas establecidas y los resultados obtenidos con el nuevo equipo son similares a los obtenidos con el homogenizador de 600 L/h. La calidad sensorial de las mezclas obtenidas con el homogenizador de 1 500 L/h es superior a la calidad obtenida en las mezclas antes de la modificación.

## REFERENCIAS

1. Timm, F. Fabricación de Helados. Zaragoza, Ed. Acribia. 1989. 197 p.
2. Ruger, R.; Baer, J. and Kasperson, K. Journal of Dairy Science. Effect of Double Homogenization and Whey Protein Concentrate on the Texture of Ice Cream. Vol. 85. No. 7. 11-16. 2002.
3. Douglas, G. Homogenization of ice cream mix: Should I go high or low. University of Guelph, Canada. 2009. Consultado 28 de enero 2011, en [www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html](http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html).
4. Hoel, P. Estadística Elemental. Tercera ed. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 1979, 361 p.
5. Torricella, R.; Zamora, E. y Pulido, H. Evaluación sensorial aplicada a la Industria Alimentaria, La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, 1989, 207 p.
6. Spiegel, R. Teoría y Problemas de Estadística. Tercera ed. La Habana. 1986, 358 p.
7. NC 78-08:81. *Helados. Requisitos y métodos de análisis. Centro Nacional de Inspección de la Calidad.* 2003, 32 p.