

## EVALUAR EL USO DE CUCHARONES especiales EN EL PROCESO DE ENVASADO DE INGREDIENTES PARA REDUCIR LA VARIACIÓN DE PESOS

Juana Guadalupe Hernández Ortiz<sup>1</sup>, Cesar Alejandro Córdoba Cabrera<sup>1</sup>, Juan Antonio Rodríguez Ibarra<sup>1</sup> y M. C. Joel Everardo Valtierra Olivares<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el presente artículo se evalúa el uso de cucharones especiales en el proceso de envasado de ingredientes de un jugo para reducir la variación de pesos en las bolsas de llenado, mediante el Estudio de capacidad y Control estadístico del proceso, se observa en los resultados que el uso de los cucharones especiales reducen la variación de pesos en un 16% y la desviación en un 60%, se realiza la prueba t-student de comparación de medias para determinar si existe diferencia significativa en el uso de cucharones de llenado de ingredientes, se realiza la investigación en campo en una línea de producción de la congeladora para el desarrollo de este proyecto.

**PALABRAS CLAVE** Control estadístico del proceso, Graficas de control X-S, Capacidad del proceso, Metodología DMAIC.

### INTRODUCCIÓN

En una empresa congeladora de frutas se observa el proceso de envasado de ingredientes en una línea de producción, en este proceso no se inspecciona el peso de las bolsas se confía en la experiencia de las operadoras, por inquietud de los investigadores se toman los pesos de 5 bolsas por hora durante el turno de trabajo, se realiza una gráfica de control X-S con los pesos recolectado para evaluar si el proceso está en control, el resultado muestra que el proceso está fuera de control, porque el peso promedio del muestra está fuera de las tolerancias establecidas por el cliente que es de 145 gramos por bolsa, se investiga en la **Norma Oficial Mexicana para productos preenvasados** las tolerancias especificadas para los pesos, en la tabla 1 se muestra la variación de peso que permite la NOM.

---

<sup>1</sup> Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato –Silao km. 12.5, S/N, C.P: 36821, Guanajuato, Irapuato, Teléfono (462) 6067900, ext. 146.

<sup>2</sup> M. C. Joel Everardo Valtierra Olivares, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Maestría en Ingeniería Industrial, Carr. Irapuato –Silao km. 12.5, S/N, C.P: 36821, Guanajuato, Irapuato, Teléfono (462) 6067900, ext. 146, jovaltierra@itesi.edu.mx

Tabla 1. Tolerancia especificada en la NOM-002-SCFI-2011 para el peso establecido

Contenido neto declarado en g o ml			Tolerancia
100	Hasta	200	4.5%

Se realiza un diagrama de Ishikawa para identificar los factores que están involucrados en la variación de pesos de los ingredientes en las bolsas, se determina que es la cantidad de ingredientes que las operadoras envasan en las bolsas usando cucharones estándar, actualmente el proceso cuenta con cinco estaciones de trabajo, en la operación 1 se llenan la bolsa con el ingrediente 1 y se usa un cucharón estándar, en la siguiente estación se llena la bolsa con una mezcla de dos ingredientes y también se usa cucharón similar, en la operación 3 se agrega otro ingrediente, después pasa la bolsa a la operación de sellado y por último se empaqueta en cajas. Cabe mencionar que existen otras variaciones en el proceso pero no son controlables.

## Método

Para realizar esta investigación se utiliza la Metodología DMAIC, la cual consta de cinco fases para solucionar un problema, en la fase de **definir** se elige la variable crítica de estudio, en la fase **medir** se establece el sistema de medición para medir la variable de estudio, en la fase de **analizar** se estudia los datos recolectados en la fase anterior, para la fase de **implementar** se evalúan las alternativas de solución y se implementa la mejor, la última fase es la de **controlar** es aquí donde se mantienen en constante revisión la variable de estudio, a continuación se desarrolla la metodología DMAIC.

### Definir

Para este problema se define el peso de los ingredientes en la bolsa como variable crítica de estudio, en un análisis previo sobre los pesos de las bolsas se encuentran pesos que exceden lo establecido por el cliente y esto representa pérdidas económicas para la empresa.

### Medir

Se realiza un estudio R&R (Repetitividad y Reproducibilidad) para validar el sistema de medición, el resultado del estudio es una variación menor a 10% lo que indica que el sistema de medición es confiable, cabe mencionar que se usa una báscula electrónica para tomar los pesos. Enseguida se toma el peso de 5 bolsas por cada hora durante un turno de trabajo, En la tabla 1 se muestran un ejemplo de los datos recolectados.

Tabla 2. Datos de pesos de las bolsas del jugo

175	175	172	153	172	157	174	169	173	186	175	178	153	152	189	166	158	173	183	169
169	164	174	164	177	171	168	161	196	170	162	169	178	166	176	159	181	162	167	165
157	177	162	158	163	162	179	183	158	180	162	153	173	152	189	185	148	170	168	168

## Analizar

Los datos recolectados en la fase anterior se utilizan para realizar una gráfica de control X-S, el resultado es que el proceso de producción se encuentra fuera de control en el peso de las bolsas, en la figura 1 se observa que todos los puntos de la gráfica de control se encuentran encima del límite superior de control y esto confirma que el uso de cucharones estándar ocasiona un peso excedente en las bolsas de la producción, en esta muestra se tiene una media de 168.84 y una desviación estándar de 10.80.

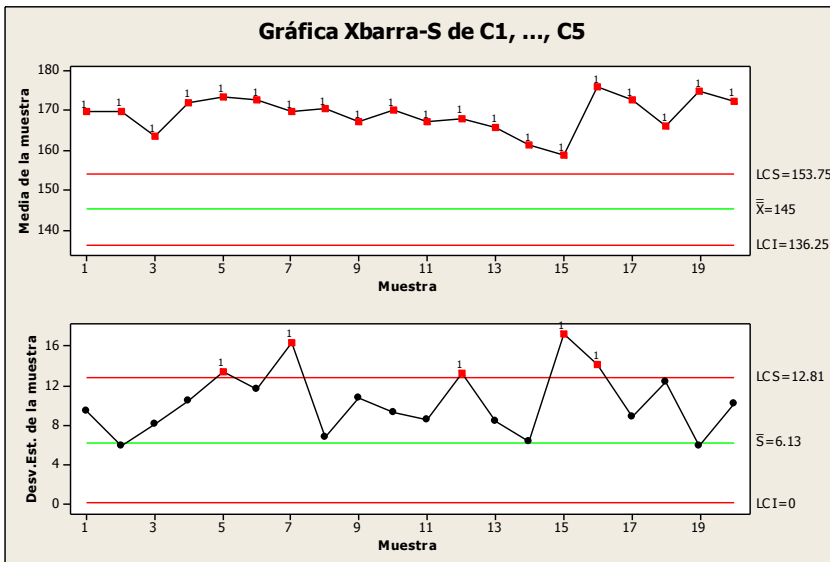


Figura 1. Gráficas de control X-S

Se realiza un estudio de capacidad del proceso de corto plazo, para determinar si la línea de producción es capaz de trabajar dentro de los límites de tolerancia establecidos en la NOM-002-SCFI-2011. En la figura 2 se muestra los resultados del estudio de capacidad y el valor de CP es 0.20 el valor mínimo aceptable es 1 para que un proceso esté en condiciones de operar, también se observa que las PPM (Partes por millón de defectos) es 950000 piezas que están fuera de especificaciones, esto representa que un 95% de la producción están fuera de especificación.

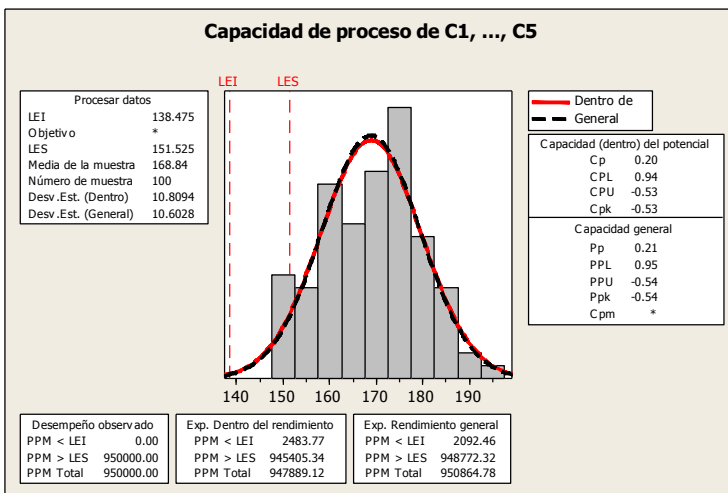


Figura 2. Estudio de capacidad del proceso

## Implementar

Se continúa trabajando con el mismo proceso de producción la diferencia es el uso de cucharones especiales para el control de la cantidad de ingredientes en la operación 1 y 2, en la figura 3 se muestran los dos cucharones especiales a utilizar, la diferencia del cucharón A y el B son las dimensiones.

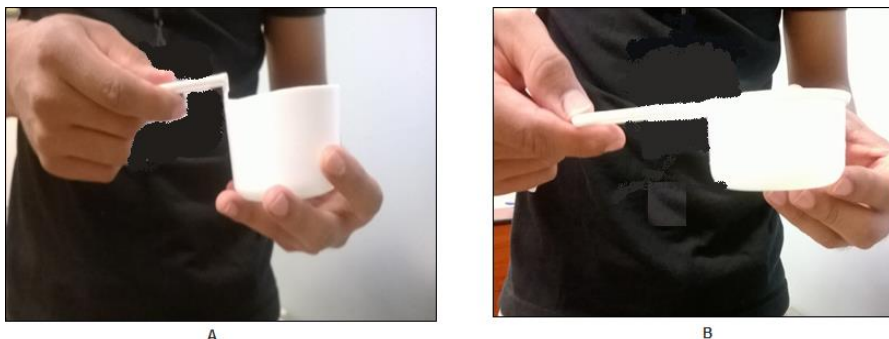


Figura 3. Cucharones especiales para los ingredientes

Se implementan el uso de los cucharones en la línea de producción y se toman pesos de 5 bolsas por hora durante el turno de trabajo, En la tabla 3 se muestra un ejemplo de datos recolectados.

Tabla 3. Datos de peso de las bolsas del jugo después de la mejora

152	151	150	141	150	153	160	152	149	155	153	147	140	146	146	164	158	142	147	149
148	148	148	150	153	148	158	151	143	150	153	153	155	143	149	146	146	150	144	147
159	146	143	142	147	150	149	150	151	150	147	147	155	149	134	144	142	148	143	148

## Controlar

Con los datos recolectados en la fase anterior se realiza una gráfica de control X-R, y el resultado de la gráfica es que el proceso de producción no se encuentra en control, ver figura 4. En la figura 5 se muestra los resultados de un estudio de capacidad del proceso a corto plazo después de la implantación, el resultado es que la línea de producción no es capaz de trabajar dentro de los límites de tolerancia establecidos, el valor de CP es 0.42 el valor mínimo para que un proceso esté en condiciones de operación es de 1, también se observa que las PPM (Partes por millón de defectos) es 250000 piezas que están fuera de las especificaciones, esto se interpreta que el 25% de la piezas de producción son defectuosa, en esta muestra se tiene una media de 148.3 y una desviación estándar de 5.11.

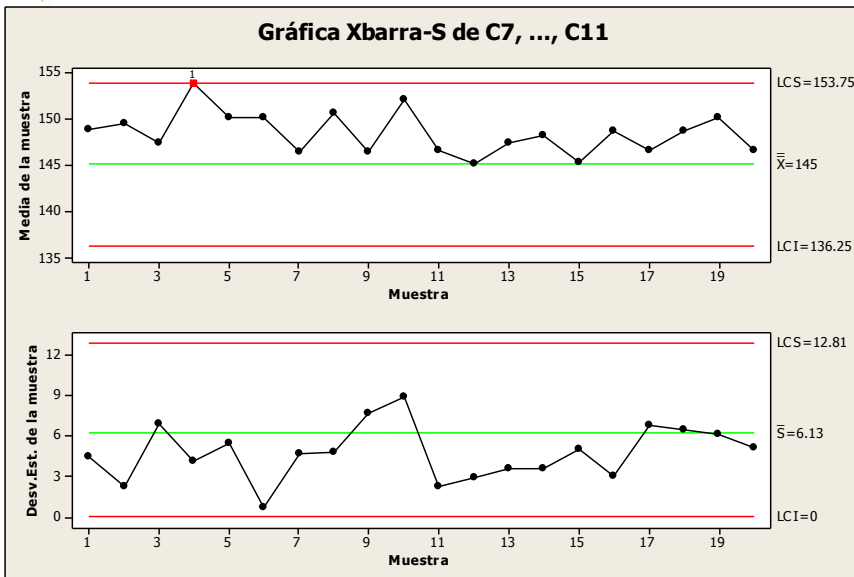


Figura 4. Graficas de control X-S

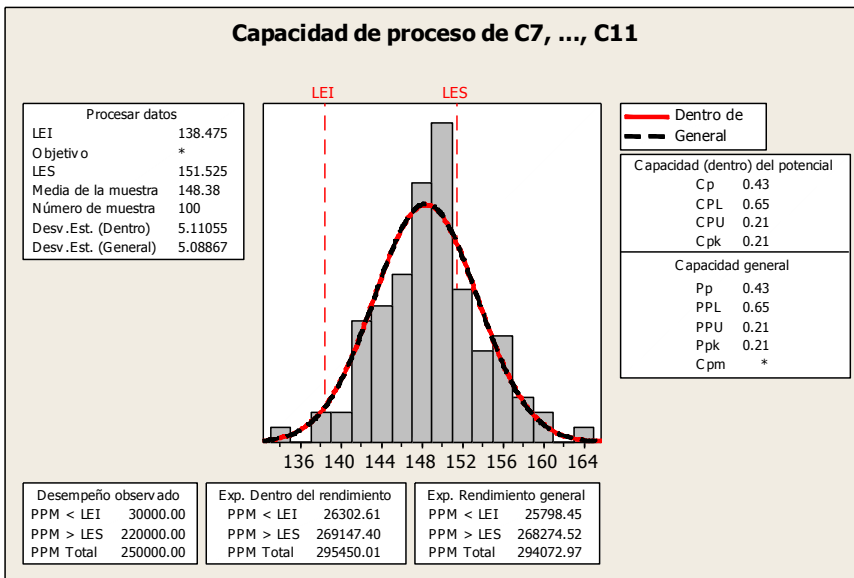
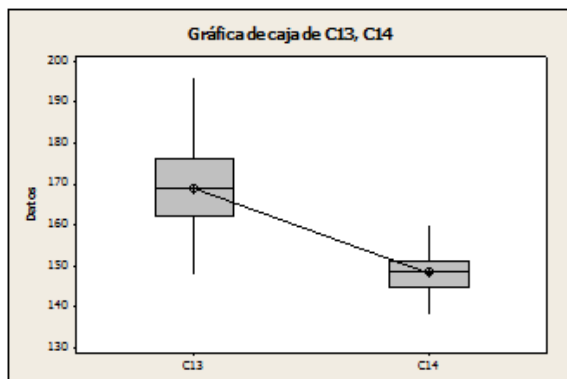


Figura 5. Graficas de control X-R

## RESULTADOS

Se realiza una prueba t-student de comparación de medias para determinar si existe diferencia significativa entre cucharones, en la figura 6 se muestra la gráfica de caja donde se observa que el peso de las bolsas con el uso de cucharones estándar "C13" están encima de los peso de "C14" que es el peso con el uso de cucharones especiales, el valor de la prueba t-student es  $t = 17.64$  y el valor T de tabla con un 95% de confianza es  $T=1.960$ , como el valor calculado es mayor que el de tabla se concluye que si existe diferencia significativa entre las dos muestras y que es mejor usar cucharones especiales, ver figura 6.



T de dos muestras para C13 vs. C14

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
C13	100	168.8	10.6	1.1
C14	98	148.37	4.67	0.47

Diferencia =  $\mu$  (C13) -  $\mu$  (C14)  
 Estimado de la diferencia: 20.47  
 IC de 95% para la diferencia: (18.18, 22.77)  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =):  
 Valor T = 17.64 Valor P = 0.000 GL = 136

Figura 6. Prueba de comparación de muestras

## CONCLUSIONES

El uso de cucharones especiales para el llenado de ingredientes en las bolsas en la operación 1 y 2, ayuda a reducir la variación de pesos en un 50% aproximadamente, también se reducen en un 90% la pérdida económica por la cantidad de ingredientes excedentes en las bolsas, ver tabla 3, con estos resultados se concluye que efectivamente se mejoró el proceso de envasado de ingredientes en la línea de producción, considerando que se tiene que seguir realizando mejoras en el proceso.

Tabla 3. Resumen de ahorro por el control de peso de las bolsa del jugo

	Producción de bolsas por turno	Peso excedente en kilogramos	Bolsa que se pueden producir con el peso excedente	Pérdida de ganancia al día
<b>Cucharon estándar</b>	6840	163 kg.	1094	\$9116
<b>Cucharon especial</b>	5688	19.19 kg.	113.7	\$948

## REFERENCIAS

- GUTIÉRREZ, H. y DE LA VARA, R. (2004). Análisis y diseño de experimentos, México: McGraw-Hill Editorial.
- DOUGLAS, C. (2011). Diseño y análisis de experimentos, México: Limusa Editorial.
- GUTIÉRREZ, H. y DE LA VARA, R. (2004). Control estadístico de calidad y seis sigmas, México: McGraw-Hill Editorial.

### NOM-002-SCFI-2011

consultada en <http://www.economia-noms.gob.mx/nomas/noms/2010/002scfi2011m.pdf> (02-05-2014).