

Análisis comparativo del proceso de envasado en tres diferentes empresas

René Tinoco*, Federico Gamboa, Juan Enrique Bermea, Danna Carbajal, Cristal Reyes y Fernanda Flores

Control Estadístico de Procesos
Facultad de Ingeniería Tampico
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Tampico, Tamps.; México

* Autor de correspondencia: rtinoco@docentes.uat.edu.mx

Abstract— Through the application of three statistical treatments (histogram, X-R control charts and process capability indices) and measures of central tendency, we will seek to compare, evaluate and/or corroborate the quality specifications and their compliance capacity, with the purpose of evaluating random behavior and possible causes of variation, and behavior in the packaging process of a single product (pinto beans) from three different recognized brands. Commonly, in popular brands of food frequently found in society, there is usually a deficiency in compliance with packaging specifications since when handling high-demand products, errors tend to be more difficult to identify, combined with poor evaluation management or the lack of constant evaluation usually results in a greater deficiency that can lead to harmful conflicts in the future. For this, statistical methods are effective tools for improving the production process and reducing its defects. To achieve this, the application of different types of statistical methods is carried out, methods that can be used to analyze a sample of product data, so that the results become a source of information. Once the process has been analyzed, the packaging performance can be observed to know the effectiveness of the process and to verify how appropriate it is and how much control it requires to be a world-class process. Therefore, in this analysis, the brand that best meets the necessary and established items is Brand 1, which complies with a class 2 process that indicates an adequate packaging process, obtaining 98.21% performance within its established specifications.

Keyword— *Analysis, Comparative, Statistical, Processess, Quality.*

Resumen— Por medio de la aplicación de tres tratamientos estadísticos (histograma, cartas de control X-R e índices de capacidad) y medidas de tendencia central se buscará comparar, evaluar y/o corroborar las especificaciones de calidad y su capacidad de cumplimiento, con la finalidad de evaluar el comportamiento aleatorio y las posibles causas de variación, y comportamiento en el proceso de envasado de un solo producto (frijol pinto) de tres diferentes marcas reconocidas. Comúnmente en las marcas populares de alimentos frecuentes en la sociedad, suele existir una deficiencia en el cumplimiento de las especificaciones de envasado ya que al manejar productos de gran demanda los errores tienden a ser más difícil de identificar, esto conjugado con un manejo de evaluación deficiente o la falta de una evaluación constante suele arrojar como resultado una mayor deficiencia que puede llegar a generar conflictos perjudiciales en un futuro. Para ello los métodos estadísticos son herramientas eficaces para la mejora del proceso de producción y reducir sus defectos. Para ello se lleva a cabo la aplicación de diferentes clases de métodos estadísticos que pueden ser utilizados para analizar una muestra de datos del producto, de modo que se conviertan en fuente de información. Una vez analizado el proceso, se puede observar el rendimiento en el envasado para conocer la efectividad del proceso y poder verificar qué tan adecuado es y qué tanto control requiere para ser un proceso de clase mundial. Por lo que, en este análisis, la marca que mejor cumple con los rubros necesarios y establecidos es la Marca 1, que cuenta con un proceso de clase 2, lo que indica un proceso de envasado adecuado, obteniendo un 98.21% de rendimiento dentro de sus especificaciones establecidas.

Palabras claves— *Análisis, Comparativo, Estadística, Procesos, Calidad.*

I. INTRODUCCIÓN

Las grandes empresas son aquellas consolidadas en el mercado y, por tanto, son negocios con un alto grado de madurez. Poseen mayores recursos financieros, lo que les permite financiar muchas de sus operaciones. Tienen en plantilla a profesionales altamente capacitados y cumplen con una gran

influencia en su sector, así como una gran demanda y venta de sus productos ofertados como lo son las empresas dedicadas a la comercialización de semillas en México, a las cuales denominaremos en este proyecto como Marca 1, Marca 2 y Marca 3.

Una empresa que ofrece productos para el consumo humano como lo son los alimentos, deben asegurar y mantener procesos destacables en cada uno de los productos que ofrecen al público, esto de acuerdo a las expectativas del consumidor. Uno de estos aspectos, es la calidad en el proceso de envasado.

Es imposible poder asegurar que un procedimiento se mantenga sin alteración alguna ya que todo proceso y producto puede presentar variaciones relacionadas a diferentes causas; estas causas pueden ser comunes o especiales, cuando un proceso presenta solo causas comunes se dice que está en control estadístico o es estable, un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico o es inestable. Para ello se debe emplear herramientas estadísticas que permitirán observar y analizar gráficamente el comportamiento sobre las causas de la variación del proceso con el propósito de distinguir entre las variaciones si son comunes o se deben a causas especiales.

La problemática de este trabajo de investigación es analizar e identificar la calidad en el proceso de envasado por medio de un análisis estadístico. Para su realización la variable que se analizará dentro de la investigación será la del peso del producto, con el cual determinaremos el comportamiento de la variabilidad y la capacidad del proceso por el envasado.

El objetivo de este análisis es identificar la eficiencia y el nivel de cumplimiento en la calidad en el proceso de envasado de un mismo producto que ofrecen a su vez las tres diferentes empresas antes mencionadas y de esta forma poder encontrar la marca que mejor convenga al consumidor, y a su vez poder identificar las diferentes causas por las que podría haber alguna variación en los procesos de las diferentes marcas. La hipótesis es que el 98% de producto envasado de cada una de las marcas cumplan con las especificaciones establecidas por cada una de las empresas de manera eficaz.

En caso de que alguno de los procesos no cumpla, se identificarán las posibles causas en particular, así como las recomendaciones correspondientes para mejorar la eficiencia y se pueda mantener en un nivel aceptable.

El análisis dio inicio con la búsqueda del producto en diferentes presentaciones ofertado en un solo supermercado común. El tiempo estimado para la recolección aleatoria del producto en venta fue de 2 semanas en el mes de Febrero del presente año. Las herramientas aplicadas para poder realizar el análisis es la hoja de recolección de datos, con base a esta información obtenida se utilizarán las cartas del control X-R y el histograma, así como la representación gráfica de la curvatura de variación y los índices de capacidad.

II. FUNDAMENTO

Al momento de la creación de un producto se establecen sistemas de calidad los cuales son mecanismos sistemáticos que planifican y proporcionan a las organizaciones la capacidad de organizar, planear, ejecutar y controlar tareas tanto en sus productos como en sus servicios.

Según sus respectivas especificaciones, se establecen estándares en cada uno de sus productos que permitan comparar la calidad del producto o servicio con el propósito de asegurar la completa satisfacción del consumidor. Para asegurar que estos estándares se cumplan se hace uso de herramientas y métodos estadísticos para determinar la calidad de los productos. El uso de estos métodos o herramientas estadísticas para gestionar la calidad propone posibles factores o causas puedan impactar

en la calidad de un proceso / producto y en función de su criticidad establecer soluciones para las acciones correctivas y preventivas que permitan llevar a cabo su control, así como su revisión periódica.

Para encontrar la causa se hace una recolección de datos que se quiere estudiar y analizar; una vez que se hayan recogido los datos, diferentes métodos estadísticos pueden ser utilizados para analizarlos y se convierten en una fuente de información que se puede utilizar después. Al momento de recoger los datos, se acomodan de manera que su análisis y manera de trabajarlos sea fácil. En primer lugar, el origen de los datos debe registrarse claramente. En segundo lugar, los datos deben registrarse de tal manera que puedan utilizarse fácilmente. Por el hecho de que con frecuencia los datos se utilizan posteriormente para cálculos estadísticos, tales como promedios y rangos, es mejor registrarlos de tal manera que estos cálculos se faciliten.

El principal aporte de la investigación consiste en la implementación del control estadístico de procesos en función de contribuir a la toma de decisiones encaminadas al buen uso de los recursos y la satisfacción plena de los clientes. Riverón menciona que esto es posible por la gestión de la calidad y el control estadístico del proceso como herramienta fundamental para medir la eficiencia de los procesos [1], lo que permite la satisfacción del cliente cuando percibe del producto o servicio lo que esperaba [2].

Para ello empleamos cartas de control de las que inferimos que la línea central (LC) representa el valor medio de la característica bajo estudio. Las líneas superior e inferior de control son unos límites que, si son sobrepasados, indican que el proceso probablemente ha perdido su estabilidad estadística y está por tanto probablemente fuera de control. Se debe implantar control estadístico para descubrir la causa de esta perturbación y llevar a cabo acciones correctivas para eliminarla. Mientras estos límites no sean traspasados, se asume que el proceso probablemente está en control estadístico y no es preciso desarrollar acción correctiva alguna [3].

Gutiérrez[4] menciona que una señal de que se ha detectado una causa especial de variación, se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio. Señala también que existen cinco patrones no aleatorios para entender el comportamiento de los puntos en una carta, estos nos van a indicar que el proceso está funcionando con causas especiales de variación, las cuales son con las que debemos de trabajar más. Así mismo, podremos identificar cuando un proceso es estable o inestable y que tipo de causas son las que están ocasionando la inestabilidad.

Grigg y Nigel [5] nos dicen que, aunque no es un requisito obligatorio en la industria alimentaria, el control estadístico de procesos puede resultar beneficioso a las organizaciones del sector.

III. METODOLOGÍA

En el siguiente estudio se presenta bajo la metodología de un enfoque cuantitativo continuo, un análisis de la calidad con respecto al embolsado de un producto básico de la sociedad mexicana, como lo es el frijol pinto, el cual se encuentra de libre acceso al público en la mayoría de los supermercados populares; con la finalidad de conseguir una comparativa equitativa se decidió tomar muestras de tres marcas diferentes del mismo producto antes mencionado.

Para las especificaciones de embolsado se consideró el $\pm 3\%$ del peso total que establece la empresa en la venta de su producto. Para la primera empresa (Marca 1) fue considerada con 921.5 gramos para la especificación inferior y la especificación superior con 978.5 gramos. Para la segunda empresa (Marca 2) de especificación inferior se consideró 727.5 gramos y la especificación superior de 772.5 gramos. Para la tercera y última empresa (Marca 3) se consideró de especificación inferior con 873 gramos y la especificación superior con 927 gramos. Si el producto queda fuera de las especificaciones previas, el proceso estará incumpliendo con una de las características de calidad entabladas.

En la Tabla I se presenta el desarrollo de la muestra con una población total de 35,000 bolsas:

Tabla I. Tamaño de muestra correspondiente a su población.

Población	Muestra %
60-30	10
301-1000	5
1,001-5000	2
Mas de 5,000	1

Datos:

Población: 35,000 bolsas Operación:

Muestra = 35,000 (0.01)

Muestra = 350

Para el estudio, la muestra representativa será obtenida de un lote de 35,000 bolsas; por lo tanto, corresponde obtener 350 muestras.

Se aplicará la herramienta de hoja de recolección de datos mediante instrumentos de medición, en este caso una pesa. Se tomará una muestra de 7 piezas consecutivas, cada 5 minutos las cuales consecutivamente serán anotadas en la hoja de recolección de datos.

Para una mejor administración de datos, se establecieron tres hojas diferentes para la recolección de datos de cada empresa.

En la Tabla II se presenta la hoja de recolección de datos en la cual se obtendrá la información requerida para la elaboración de este trabajo de investigación.

Tabla II. Hoja de recolección para carta de control X-R.

Obs	Muestras							X
1								
2								
3								
4								
5								
..								
..								
n...								

Una vez recolectada la información, procederá a ser ordenada y analizada. El estudio es un diseño de investigación no experimental, por lo que no cuenta con una manipulación en las variables, es decir, los objetos a analizar (en este caso las bolsas) solo son observados.

Tabla III. Recolección de datos. Datos obtenidos de pesar 350 bolsas de frijol pinto de 950 gr Marca 1

Obs.	Bolsas de frijol pinto de 950 gr.							\bar{X}	R
1	937.15	930.35	930	947.54	925.16	935.61	955	937.26	29.84
2	920.4	935.5	940.99	938.87	950.08	950	930.92	938.11	29.68
3	952.9	940.01	950.3	935	950	930.04	950.01	944.04	22.86
4	940.1	936.34	945.87	940.72	940.19	940.06	950	941.90	13.66
5	937.53	936.89	925.13	945.81	950.4	955	929.93	940.10	29.87
6	956.3	930.05	947.01	950	920.98	930.91	935.6	938.69	35.32
7	940.7	945.25	930	955.04	930.56	925.66	935	937.46	29.38
8	930.03	920.89	950.01	920.99	949.67	920.03	940.98	933.23	29.98
9	949.9	930.07	925.3	930	940	927.92	930	933.31	24.6
10	949.8	930.48	938.09	920	936.09	950.08	929.84	936.34	30.08
11	937.2	930	940.6	950.05	929.02	930.41	940.51	936.83	21.03
12	945	920.35	930.98	950.99	940.32	920.3	930	933.99	30.69
13	950.4	955.3	939.37	935.35	945	925.48	935.6	940.93	29.82
14	925.9	945	949.03	925.48	940.76	940	949.99	939.45	24.51
15	930.68	940.7	955.16	950	947.34	950	950	946.27	24.48
16	945.3	930.1	940.89	936.75	950	950.1	950.01	943.31	20
17	948.07	950.67	945.04	930	930.9	935	940.24	939.99	20.67
18	950.24	950.2	950.26	950.07	928.3	945	940.9	945.00	21.96
19	937.1	940	920.9	930.67	945	940.56	950.03	937.75	29.13
20	950	930.3	930.09	945.95	940.8	935.7	940	938.98	19.91
21	935.7	950.4	943.3	950.62	945.01	950	950.66	946.53	14.96
22	956	960.03	945.5	945.64	927.89	923.99	940.07	942.73	36.04
23	952	955.3	930	955	935	940	920.98	941.18	34.32
24	940.2	940	925.1	935.99	940.01	950.85	940	938.88	25.75
25	935	940.24	930.09	950	950	940.39	930.42	939.45	19.91
26	953.37	945.1	950	947.09	945	930.21	935.07	943.69	23.16
27	950	930.9	955.7	950	940.92	950	950	946.79	24.8
28	938.4	920.04	950.98	945.89	930.45	945.3	945.67	939.53	30.94
29	940.98	930.9	930.87	950	935	930.21	940.81	936.97	19.79
30	950.7	950	950	940	930.01	930.3	930.01	940.15	20.69
31	942.3	950.01	930.8	955.77	930	940	920	938.41	35.77
32	953.6	935	945.02	950	927.08	930.6	950.03	941.62	26.52
33	925.8	940.56	950.24	940	940	950	940.36	940.99	24.44
34	950	940.35	935.99	950.03	940.05	920.7	930.04	938.17	29.33
35	940.12	930	940.01	945.98	940	950	930	939.44	20
36	940	950.9	945	950	929.99	924.95	950.25	941.58	25.95
37	927.2	940.3	955.02	961.03	945.6	940.05	955	946.31	33.83
38	940.8	944.1	950.99	945.25	950	945.6	930.48	943.89	20.51
39	950.2	930	945	950.09	950.09	950.01	930	943.63	20.2
40	935	920.2	935.98	930.55	955	940.78	940.92	936.92	34.8
41	940.8	945.77	955.01	961	939.82	945.62	955.09	949.02	21.18
42	930	950	945.92	945.37	945	950	950	945.18	20
43	934.97	949.35	950	940	950	935.4	940.39	942.87	15.03
44	930	945	950	939.99	930.34	930	950.67	939.43	20.67
45	950.01	930	950	950	955	945.69	939.99	945.81	25
46	940	950.09	949.72	937	938.97	950	929.1	942.13	20.99
47	930.56	920	950.62	950.87	950	950.09	930	940.31	30.87
48	930.3	939.98	935.55	949.82	948.09	950	939.91	941.95	19.7
49	940.35	935.36	945.68	930.03	950	940.02	930	938.78	20
50	950.06	935	945.71	955	950.03	950	947.19	947.57	20
								940.86	25.0524

Tabla IV. Recolección de datos. Datos obtenidos de pesar 350 bolsas de frijol pinto de 750 gr Marca 2

Obs.	Bolsas de frijol pinto de 750 gr.							\bar{X}	R
1	740.46	723.71	740.27	750	750.3	740	750.5	742.18	26.79
2	750	750	730	720.7	745.9	750.5	755.2	743.19	34.5
3	750.1	750	740.6	740.4	745.5	755.2	750.11	747.42	14.8
4	730.62	730.16	740.2	730.2	750.3	740.4	750	738.84	20.14
5	750.8	740.7	750.43	730	735.6	750	740.89	742.63	20.8
6	750	743.2	730.7	735.9	735.9	720.99	730.2	735.27	29.01
7	740.53	740.8	745.3	750.16	750.1	755.3	730.45	744.66	24.85
8	750.09	743.5	750.2	745	740	754.26	750	747.58	14.26
9	745.3	745.43	751.31	740	735.7	750	720.4	741.16	30.91
10	750.7	730.97	745	730	735.4	745.74	750.6	741.20	20.7
11	745.89	740.2	750.9	745.56	750.5	740.2	750.8	746.29	10.7
12	730.42	740.9	735.6	745.2	730	720.4	740	734.65	24.8
13	750.01	750	745.5	750.1	745.5	745.86	750.1	748.15	4.6
14	745.8	740.8	740	735	755.7	750	750	745.33	20.7
15	730.29	745.1	750	745.73	750.2	750.6	750.9	746.12	20.61
16	750.19	740	735.8	720.21	745.3	750.1	745.2	740.97	29.98
17	740.04	750.2	750	745.4	750.4	750.58	745.4	747.43	10.54
18	750.28	739.42	735.5	730.45	750.3	752.1	750.3	744.05	21.65
19	745.08	735	750	750.3	740.5	735	750	743.70	15.3
20	750.4	750.7	745.5	750.7	730.78	735.79	750.06	744.85	19.92
21	739.88	745.76	735.01	740.02	750	740.98	745.61	742.47	14.99
22	740.01	730.6	745	750.04	753.9	748.04	735.91	743.36	23.3
23	730.91	740.7	750.89	740.87	757.01	750.62	743.02	744.86	26.1
24	729.92	750.01	750	740.92	740.83	750.09	750	744.54	20.17
25	739.07	739.8	750.98	750.64	745.98	735	740.9	743.20	15.98
26	740	740.09	745.1	730	730.9	735.2	734.98	736.61	15.1
27	735.9	742.9	735.89	746.5	750.34	750.1	750	744.52	14.45
28	740.05	743.91	740.8	750	740.6	748.09	745.04	744.07	9.95
29	735.62	745	740.3	750.3	746.1	747.2	750	744.93	14.68
30	750.01	750.01	730.9	748.1	750	750	739.6	745.52	19.11
31	720.89	750.04	745	750.06	745.02	740	750.9	743.13	30.01
32	750.01	750	740.3	750	731.2	730.94	746.8	742.75	19.07
33	739.56	755.8	730.98	739.1	740.96	735	735.72	739.59	24.82
34	725.07	730.85	740.1	750.01	750.64	749.72	740	740.91	25.57
35	750	745.92	740.3	740.5	750	748.3	732.9	743.99	17.1
36	745.04	746.65	750	745.9	730.28	740.06	728.98	740.99	21.02
37	720.08	740.99	750.29	749.39	750.68	735	734.5	740.13	30.6
38	750.96	750.07	750	745.03	722.93	745.09	746.67	744.39	28.03
39	744.08	739.45	736.5	750.3	745.06	756.9	750	746.04	20.4
40	735.99	740.09	749.2	745.09	750	740.4	736.9	742.52	14.01
41	725	742.32	745	750.99	739.5	750	730	740.40	25.99
42	740.09	735	740.01	730	732.89	735.4	743.5	736.70	13.5
43	741.39	750.06	754.8	730.1	735.9	750	750.09	744.62	24.7
44	730	752.01	735.9	745	750.5	740.8	745.2	742.77	22.01
45	739.09	746.83	735	745.69	750	730.98	735	740.37	19.02
46	740	745.02	740.3	740.22	750.01	740.002	750.01	743.65	10.01
47	750.07	750	743.6	728.34	750.2	740.88	740.9	743.43	21.86
48	736.9	757.01	747.85	740.2	745	750.24	745.6	746.11	20.11
49	725.6	754.2	720.44	738	749.2	746.9	743.2	739.65	33.76
50	730.7	745.3	750	744.32	756.3	750.08	745.8	746.07	25.6
								742.958977	20.7316

Tabla V. Recolección de datos. Datos obtenidos de pesar 350 bolsas de frijol pinto de 900 gr Marca 3

Obs.	Bolsas de frijol pinto de 900 gr.							\bar{X}	R
1	903.11	902.78	902.86	903.16	903.43	903.2	902.52	903.01	0.91
2	902.4	902.32	903.59	902.8	902.95	902.52	903.43	902.86	1.27
3	903.15	903.29	901.89	904.003	902.68	903.43	902.95	903.06	2.113
4	902.25	901.89	902.78	903.12	903.13	902.95	902.68	902.69	1.24
5	902.68	903.2	903.2	905	902.17	902.68	903.13	903.15	2.83
6	903.5	902.52	902.52	903.48	902.86	902.91	903.65	903.06	1.13
7	902.78	903.43	903.43	902.89	903.59	903.43	904.12	903.38	1.34
8	902.32	902.95	902.95	902.18	901.89	902.95	903.98	902.75	2.09
9	903.29	901.89	902.68	902.86	902.78	902.68	903.43	902.80	1.54
10	901.89	903.2	903.13	903.56	903.2	903.13	902.95	903.01	1.67
11	903.2	902.52	903.06	904.05	902.52	902.17	902.68	902.89	1.88
12	902.52	903.43	903.16	902.99	903.43	903.2	903.13	903.12	0.91
13	903.43	902.95	902.8	902.35	902.95	902.52	902.17	902.74	1.26
14	902.95	902.68	904.003	905.04	902.68	903.43	902.95	903.39	2.36
15	902.68	903.13	903.12	903.24	903.13	902.95	902.68	902.99	0.56
16	903.13	902.17	905	903.75	903.06	902.68	903.13	903.27	2.83
17	902.17	903.22	903.48	903.56	901.89	902.99	903.06	902.91	1.67
18	903.22	903.15	902.89	903.29	903.2	902.35	901.89	902.86	1.4
19	903.15	903.11	902.18	902.67	902.52	905.04	903.2	903.12	2.86
20	902.34	902.4	902.86	902.95	903.43	903.24	902.52	902.82	1.09
21	903.21	903.15	902.32	903.62	902.95	902.52	903.43	903.03	1.3
22	903.52	902.25	903.29	905.02	902.68	903.43	902.52	903.24	2.77
23	902.58	902.68	901.89	905	903.13	902.95	903.43	903.09	3.11
24	902.89	903.5	903.2	902.99	902.17	902.68	902.95	902.91	1.33
25	901.65	902.78	902.52	904.11	903.22	903.39	903.2	902.98	2.46
26	904	902.32	903.43	904.09	903.15	903.21	902.52	903.25	1.77
27	901.78	902.92	902.95	904	902.34	904.2	903.43	903.09	2.42
28	903.49	902.34	902.68	902.89	901.89	903.36	902.95	902.80	1.6
29	903.98	903.21	903.13	903.56	903.2	903.21	902.68	903.28	1.3
30	904.7	903.52	902.17	904	902.52	902.38	902.99	903.18	2.53
31	902.38	902.58	903.22	903.77	903.43	904	902.35	903.10	1.65
32	903.16	902.89	904.02	903.56	902.95	903.77	905.04	903.63	2.15
33	902.8	901.65	903.24	903.48	902.68	903.56	903.24	902.95	1.91
34	904.003	904	902.99	901.89	903.13	904.003	903.62	903.38	2.113
35	903.12	901.78	905.01	903.2	902.17	903.12	902.87	903.04	3.23
36	905	903.49	903.26	902.52	903.22	905	904.003	903.78	2.48
37	903.48	901.65	904.02	903.43	903.15	903.48	903.12	903.19	2.37
38	902.89	904	903.99	902.95	902.34	902.89	902.34	903.06	1.66
39	902.18	901.78	903.16	902.68	904.7	905.01	904.7	903.46	3.23
40	902.86	903.49	902.8	903.13	902.38	904	902.38	903.01	1.62
41	903.59	903.98	904.003	902.17	903.16	901.78	903.16	903.12	2.223
42	901.89	904.7	903.12	903.22	902.8	903.49	902.8	903.15	2.81
43	902.78	902.38	905	904.02	904.003	901.65	904.003	903.41	3.35
44	903.2	903.16	903.48	903.24	903.12	904	903.12	903.33	0.88
45	902.52	902.8	902.89	902.99	905	901.78	905	903.28	3.22
46	903.43	904.003	902.18	903.37	903.48	903.49	903.48	903.35	1.823
47	902.95	903.12	903.62	902.87	902.89	903.98	902.89	903.19	1.11
48	902.68	905	903.55	903.82	902.18	904.7	902.18	903.44	2.82
49	903.13	903.48	902.68	904.03	904.12	902.38	902.69	903.22	1.74
50	903.06	902.89	903.71	905	904	901.98	903.19	903.40	3.02
								903.124191	1.97904

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla III y IV, se exhiben los resultados de los pesos que se obtuvieron de los muestreos recopilados el día 18 de febrero del 2023 en la tienda Arteli Universidad, mientras que en la tabla 5 se demuestran los resultados del muestreo recopilado el día 25 de febrero del 2023 de la misma tienda. Para la facilitación de captura de datos se consideraron solo dos decimales para cada muestra.

A continuación, se muestran los histogramas de frecuencias respectivos de las empresas, se muestran las especificaciones de los límites naturales previamente mencionadas. El promedio general de las medias de las 50 observaciones del producto de la Marca 1 es de 940.86 gramos, contando con un rango promedio de 25.05 gramos.

Se puede observar en el histograma en la figura 1 que los límites naturales se encuentran dentro de las especificaciones, por lo que el proceso cumple con el embolsado determinado. También se observa que la gráfica es descentrada debido a que la curvatura muestra que la cantidad de valores al final del histograma son superiores a comparación de la cantidad en el inicio. Esto nos indica que está cerca al valor nominal de 950 gr, con productos cumpliendo con la especificación inferior, sin embargo, cercano a exceder la especificación superior.

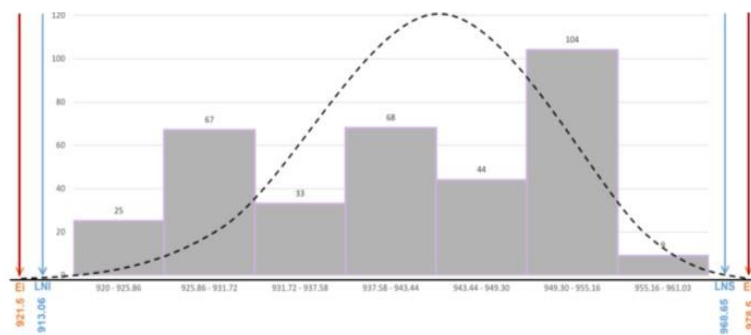


Fig. 1. Histograma de frecuencias Marca 1.

Ya establecidos los límites de control, se continuó a graficar las cartas de control X-R respectivas de las muestras, en la figura 2 se muestra la carta de control X (promedios) y en la figura 3 la carta de control R (rangos) para el producto de la Marca 1.

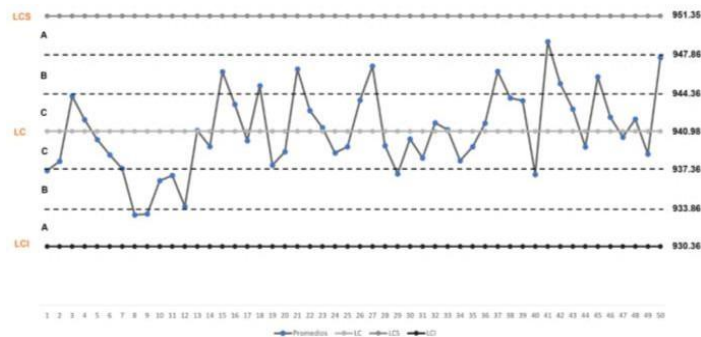


Fig. 2. Carta de control X de la Marca 1.

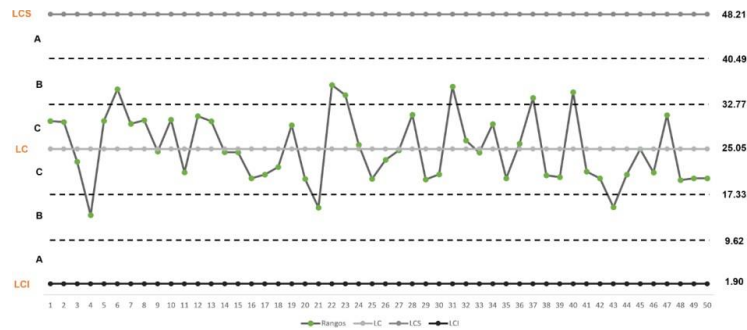


Fig. 3. Carta de control R de la Marca 1.

Los títulos y número de la figura deben aparecer en la parte inferior de la figura. Deberá enviarnos en archivos por separado, formato TIFF, todas las figuras por si hubiese algún problema al momento de la edición final de la revista.

El patrón de comportamiento que presentan las figuras 2 y 3 es de ciclos recurrentes (periodicidad) comprobándose con la prueba de 14 puntos consecutivos entre altos y bajos.

Para el comportamiento cíclico que se presenta la Figura 2, las posibles causas son temperatura u otros cambios periódicos en el ambiente, diferencia entre los dispositivos de medición o prueba que se utilizan en cierto orden; rotación regular de máquinas u operarios; efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o proveedores que se usan alternadamente. Para la Figura 3, algunas de las posibles causas son mantenimiento preventivo programado o fatiga de trabajadores.

La manera de conocer la capacidad del proceso es calcular su índice de capacidad y su índice de capacidad real, y así conocer el tipo de proceso que es y que eficiencia este tiene.

Índice de Capacidad (Índice Cp)

$$C_p = \frac{Es - EI}{6 \delta}$$

El valor de sigma se obtiene a partir de:

$$\sigma = \frac{R}{D_2}$$

El valor correspondiente a D2 se obtiene en el anexo del documento y el valor del promedio de rangos en la tabla 3.

$$\sigma = \frac{R}{D_2} = 9.26$$

$$6 \sigma = 55.66$$

$$C_p = \frac{Es - EI}{6 \sigma} = 1.02$$

Tabla VI. Valores Cp y su interpretación.

Valor de Cp	Clase de proceso	Decisiones del proceso
Cp > 1.33	1	Más que adecuado
1 < Cp < 1.33	2	Adecuado, pero requiere control
0.67 < Cp < 1	3	Inadecuado, requiere control
Cp < 0.67	4	Inadecuado, requiere modificaciones

Para que un producto fabricado sea considerado de calidad, cierta parte de las mediciones deben ser iguales a cierto valor ideal, o al menos estar dentro de cierto rango de especificación inferior y superior, una herramienta que sirve para establecer ciertas especificaciones es el índice de capacidad del proceso

En referencia a la tabla VI, el proceso de la Marca 1 es un proceso de clase 2 lo que indica que el envasado es adecuado y se recomiendan mantener y/o mejorar de manera prudente el proceso.

Sin embargo, en la tabla VII se traduce el valor del índice en porcentaje de artículos que no cumplieron con especificación y la cantidad de partes defectuosas por millón producido.

En la Tabla II se presenta la hoja de recolección de datos en la cual se obtendrá la información requerida para la elaboración de este trabajo de investigación.

Tabla VII. Índice Cp en cantidad de piezas erroneas.

Valor de índice	% fuera de especificación	Defectos por millón de oportunidad	% dentro de especificación (rendimiento)
0.25	22.66	226,628	77.34
0.50	6.68	66,807	93.32
0.60	3.59	35,931	96.00
0.70	1.79	17,865	98.30
0.80	0.82	8,198	99.12
0.90	0.35	3,467	99.70
1.00	0.135	1,350	99.87
1.10	0.048	484	99.96
1.20	0.016	159	99.98
1.30	0.005	48	99.99
1.40	0.0014	14	99.999
1.50	0.0004	4	99.9999
1.60	0.0001	1	99.99999

Índice de Capacidad Real (Índice Cpk)

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3 \sigma}, \frac{ES - \mu}{3 \sigma} \right]$$

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{940.86 - 921.5}{3 \sigma}, \frac{978.5 - 940.86}{3 \sigma} \right]$$

Se selecciona el valor mínimo de la sustracción, el cual para este caso es 19.36 y se prosigue despejando la formula.

$$3 \sigma = 6.26$$

$$C_{pk} = \frac{19.36}{6.26}$$

$$C_{pk} = 0.69 \approx 0.70$$

El índice de capacidad real (C_{pk}) es de 0.69 – 0.70 y al analizar la tabla 7 indica que el proceso presenta un 1.79% fuera de especificaciones, concluyendo que el proceso de envasado tiene un defecto de aproximadamente 17,865 partes por millón fuera.

De acuerdo con el indicador de capacidad real, la empresa deberá tener un rendimiento en el embolsado aproximado al 98.21% de rendimiento de efectividad, por lo tanto, la eficiencia es superior al 97% planteado. Por lo que es considerado un proceso capaz de cumplir con las especificaciones, con un comportamiento estable, sin embargo, se recomienda continuar con la supervisión del proceso para observar comportamientos extraños y evitar modificaciones dentro de él afectando de manera negativa su efectividad.

Para el producto de la Marca 2 el promedio general de las medias de las 50 observaciones fue de 742.95 gramos, con un rango promedio de 20.73 gramos.

En el histograma de frecuencias siguiente se demuestra que los límites naturales quedan dentro de las líneas de especificaciones, por lo que el modelo está cumpliendo con las especificaciones del proceso de embolsado. De igual manera, la figura 4 demuestra una curva descentrada debido a que la curvatura muestra que la cantidad de valores al final del histograma son superiores a comparación de cantidad al inicio. Esto nos indica que está cerca al valor nominal de 750 gr, con productos cumpliendo con la especificación inferior, sin embargo, cercano a exceder la especificación superior.

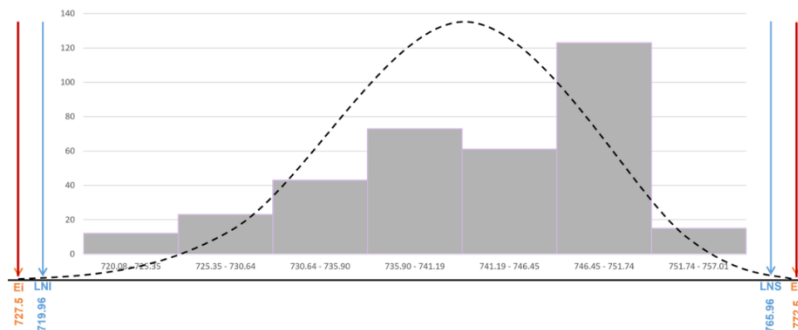


Fig. 4. Histograma de frecuencias de la Marca 2.

Una vez establecidos los límites de control se graficaron las cartas de control X-R, en la figura 5 se representa la carta de control X (promedios) para la Marca 2 y en la figura 6 se representa la carta de control R (rangos).

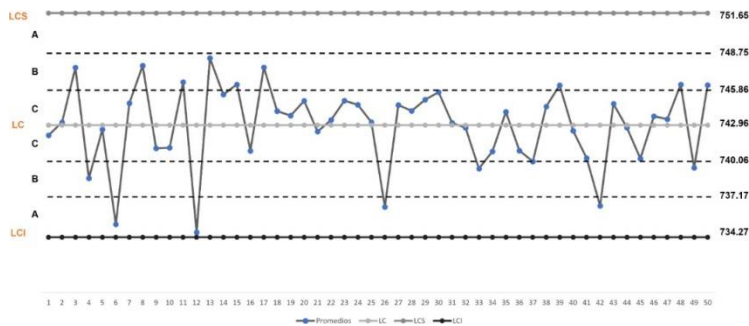


Fig. 5. Carta de control X de la Marca 2.

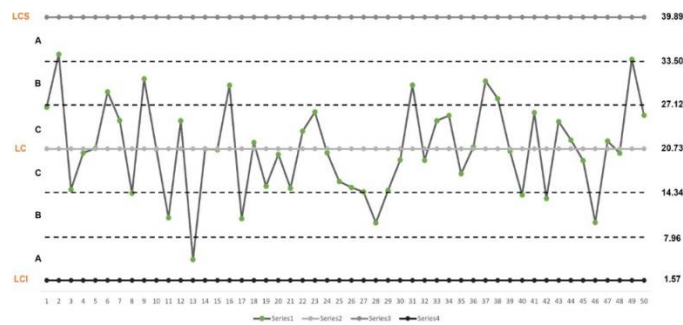


Fig. 6. Carta de control R de la Marca 2.

La manera de conocer la capacidad del proceso es calcular su índice de capacidad y su índice de capacidad real, y así conocer el tipo de proceso que es y que eficiencia este tiene.

Índice de Capacidad (Índice C_p)

El valor correspondiente a D_2 se obtiene en el anexo del documento y el valor del promedio de rangos en la Tabla IV.

$$\sigma = \frac{R}{D_2} = 7.66$$

$$6 \sigma = 49.96$$

$$C_p = \frac{Es - EI}{6 \sigma} = 0.97$$

Con respecto a la tabla VI, el índice de capacidad (C_p) es de 0.97 clasificándose en un proceso de clase 3 lo que indica que el envasado es inadecuado y requiere control por lo que se recomiendan modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria.

Índice de Capacidad Real (Índice C_{pk})

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{742.96 - 727.5}{3 \sigma}, \frac{772.5 - 742.86}{3 \sigma} \right]$$

Se selecciona el valor mínimo de la sustracción, el cual para este caso es 15.46 y se prosigue despejando la formula.

$$3 \sigma = 22.98$$

$$C_{pk} = \frac{15.46}{22.98}$$

$$C_{pk} = 0.67 \approx 0.68$$

El índice de capacidad real (C_{pk}) es de 0.67 – 0.68 y analizando la tabla VII indica que el proceso presenta un 3.59% fuera de especificaciones y un 96.41% de rendimiento dentro de las especificaciones, concluyendo que el proceso de envasado tiene un defecto por partes por millón fuera de aproximadamente 35,931.

Es considerado un proceso capaz de cumplir con las especificaciones, pero requiere control, con un comportamiento estable, exceptuando el cambio en el nivel del proceso que se debe investigar, si se realizan acciones pertinentes puede ser un proceso más que adecuado.

Por último, el promedio general de las medias de las 50 observaciones del producto de la Marca 3 fue de 903.12 gramos, junto con un rango promedio de 1.97 gramos.

Su histograma de frecuencias demuestra que los límites naturales quedan d por fuera de la especificación inferior por lo que el modelo proceso no cumple con las especificaciones de embolsado. De igual manera, la Figura 7 demuestra una curva descentrada debido a que la curvatura muestra que la cantidad de valores al inicio del histograma son superiores a comparación de los valores finales.

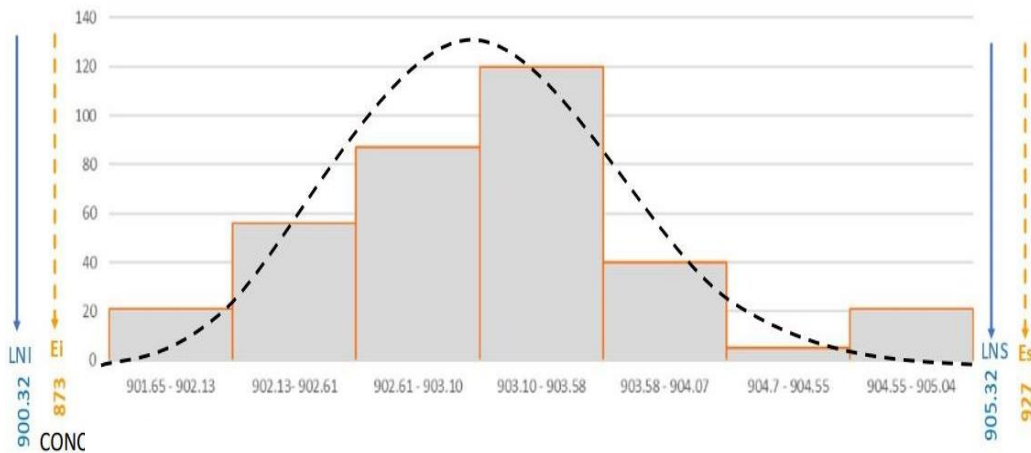


Fig. 7. Histograma de frecuencias de la Marca 3.

Una vez establecidos los límites de control se graficaron las cartas de control X-R, en la figura 8 se representa la carta de control X (promedios) para la Marca 3 y en la figura 9 se representa la carta de control R (rangos).

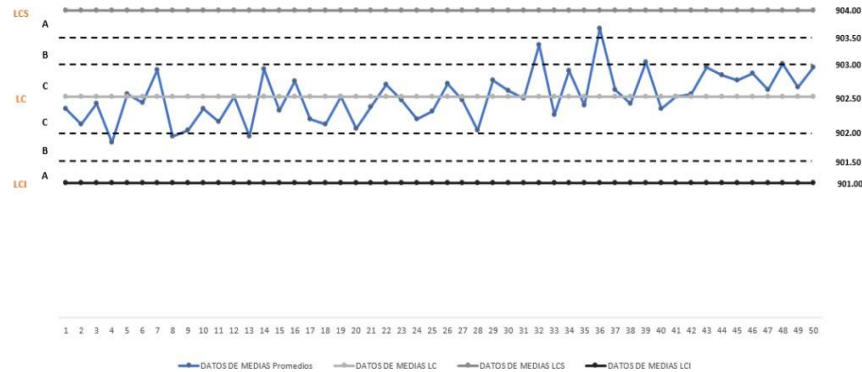


Fig. 8. Carta de control X de la Marca 3.

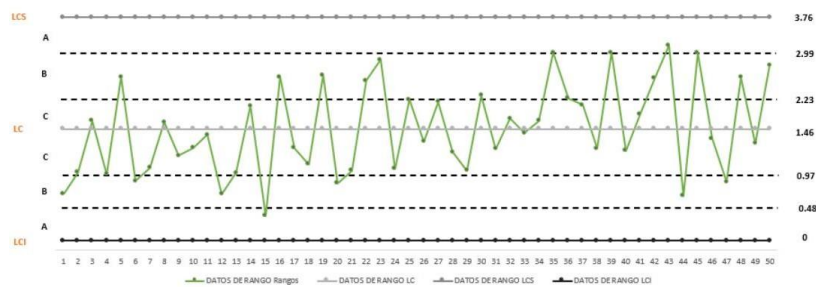


Fig. 9. Carta de control R de la Marca 3.

El patrón de comportamiento que presenta la figura 8 es de poca variabilidad o falta de variabilidad (estaticación) una señal de que hay algo anormal en el proceso es el que prácticamente todos los puntos se concentran en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad.

Se puede comprobar con la prueba de “quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central”.

Mientras que en la figura 9 presenta un patrón con mucha variabilidad la cual señala que en el proceso no hay una causa especial de variación, que provoca que este fuera de control estadístico.

Se puede comprobar con la prueba de “Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C”.

Para la figura 8 algunas pueden ser son una equivocación en los cálculos de los límites de control, agrupamiento en una misma muestra a datos con medias bastantes diferentes, “cuchareo” de los resultados y carta de control inapropiada para la variable en cuestión. Mientras que para la Figura 9 se puede ver afectada por la mezcla de materiales de calidades bastantes diferentes, diferentes trabajadores y otros procesos operando bajo diferentes condiciones.

La manera de conocer la capacidad del proceso es calcular su índice de capacidad y su índice de capacidad real, y así conocer el tipo de proceso que es y que eficiencia este tiene.

Índice de Capacidad (Índice C_p)

El valor correspondiente a D_2 se obtiene en el anexo del documento y el valor del promedio de rangos en la tabla V.

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{D_2}$$

$$6 \sigma = 4.38$$

$$C_p = \frac{Es - EI}{6 \sigma} = 12.29$$

Con respecto a la tabla VI, el índice de capacidad (C_p) es de 12.29 clasificándose en un proceso de clase 1 lo que indica que el envasado es más que adecuado por lo que se recomiendan mantener y registrar el proceso actual para futuras actualizaciones.

Índice de Capacidad Real (Índice C_{pk})

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{903.12 - 873}{3 \sigma}, \frac{927 - 903.12}{3 \sigma} \right]$$

Se selecciona el valor mínimo de la sustracción, el cual para este caso es 23.87 y se prosigue despejando la fórmula.

$$3 \sigma = 2.19$$

$$C_{pk} = \frac{23.87}{2.19}$$

$$C_{pk} = 10.6 \approx 10.7$$

El índice de capacidad real (C_{pk}) es de 10.6 – 10.7, observando la tabla VII indica que el proceso presenta un 0.0001% fuera de especificaciones y un 99.9999% de rendimiento dentro de las especificaciones, concluyendo que el proceso de envasado tiene un defecto por partes por millón fuera de aproximadamente 1.

Es considerado un proceso capaz de cumplir con las especificaciones, con un comportamiento estable. Al obtener un rendimiento por encima de los estándares se recomienda volver a realizar el análisis o repetir la medición, recomendando una supervisión exhaustiva para poder evitar cualquier intromisión y poder asegurar que los datos obtenidos son reales.

V. CONCLUSIONES

Tras el análisis estadístico de las muestras que se recopilaron de las tres diferentes marcas de un mismo producto haciendo uso de las herramientas estadísticas como lo son el histograma, las cartas de control X- R con la curvatura de variación y el índice de capacidad, tomando como variable el peso del producto se pudo identificar el comportamiento de la variabilidad y la capacidad del proceso por el envasado.

Como se pudo observar una vez analizado el proceso de cada una de las marcas, concordamos que el envasado de la Marca 1 se consideró un proceso capaz de cumplir con las especificaciones, con un comportamiento estable, sin embargo, se recomienda continuar con la supervisión del proceso para observar comportamientos extraños y evitar modificaciones dentro de él afectando de manera negativa su efectividad.

Para la Marca 2 su proceso se consideró capaz de cumplir con las especificaciones, pero requiere control, con un comportamiento estable, exceptuando el cambio en el nivel del proceso que se debe investigar, si se realizan acciones pertinentes puede ser un proceso más que adecuado.

Aunque para la Marca 3 se identificó como un proceso capaz de cumplir con las especificaciones, con un comportamiento estable. Al obtener un rendimiento por encima de los estándares se identificó un caso de “cuchareo”, por lo cual se recomienda volver a realizar el análisis o repetir la medición, recomendando una supervisión exhaustiva para poder evitar cualquier intromisión y poder asegurar que los datos obtenidos son reales.

Al comparar los procesos de las tres marcas concluimos que, para el consumidor la mejor opción al momento de elegir entre estas es el frijol pinto de la Marca 1 cumple con la mayoría de los parámetros y estándares de calidad respecto al peso del producto que se encuentra en la bolsa del empaque.

De todo lo anterior, podemos concluir que al momento de hacer un análisis estadístico haciendo uso de las herramientas de la calidad podemos observar el comportamiento de distintos procesos para así evaluarlos, identificar causas y proponer mejoras, así como también compararlos entre distintas marcas o productos para elegir la mejor opción viéndolo desde el punto de vista del consumidor. Pero también como una herramienta fundamental para obtener mejores beneficios para las empresas.

REFERENCIAS

- [1] Riverón, A. N. (2020). rocedimiento para la implementación del control estadístico de procesos en la producción de medicamentos en la empresa laboratorio farmacéutico líquidos orales. Recuperado el 01 de Mayo de 2022, de Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local: <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2158/4108>
- [2] Gutiérrez Pulido H. (2010) Calidad Total y Productividad. 3ª edición. México. Mc Graw Hill.
- [3] Sherpa, L. (19 de Agosto de 2021). Los graficos de control de Shewhart: principios basicos. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://leansherpa.es/los-graficos-control-shewhart-principios-basicos/>
- [4] Gutierrez, H. (2009). Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma (Spanish Edition). México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. Recuperado el 10 de Marzo de 2022

- [5] Grigg, & Nigel. (1998). Control estadístico de procesos en la producción de alimentos del Reino Unido: una visión general, *British Food Journal*. Recuperado el 10 de Mayo de 2022, de <http://dx.doi.org/10.1108/00070709810247744>