

Medición y evaluación de la capacidad de proceso de una microempresa local, empleando el software Minitab¹

Measurement and evaluation of the process capacity of a local microenterprise, using Minitab software

Erasmus Lara Román²Osiel Daniel Ramírez Montiel³

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la capacidad de proceso de envasado en una microempresa que produce frituras, la metodología para realizar la investigación es: Definir el caso de estudio, Toma de muestras, Pesaje de muestras, Medir el proceso y Analizar y proponer mejoras. Se consideraron 11 días de muestreo con 9 muestras por días en un horario laboral. Con la metodología aplicada y el uso del software Minitab, se encontró que el proceso de envasado apenas alcanza un Cp de 16%. Los límites de control no son cumplidos, en donde en Cpk del proceso es de apenas un 3%. Todos los procesos son manuales, se proponen alternativas de solución a los propietarios. Las investigaciones realizadas por lo general son en empresas con cierto nivel de crecimiento, esta investigación es realizada en una pequeña y familiar microempresa, consideramos que los conocimientos no son necesariamente aplicables a grandes empresas.

Palabras clave: Capacidad de proceso, calidad, Límites de control, Minitab.

Abstract:

The objective of this work is to evaluate the capacity of the bottling process in a microenterprise that produces fried foods. The methodology to carry out the research is: define the case study, take samples, weigh samples, measure the process and analyze and propose improvements. Eleven (11) sampling days were considered with nine (9) samples per day during work hours. With the applied methodology and the use of the Minitab software, it was found that the bottling process barely reaches a Cp of 16%. The control limits are not met, where the Cpk of the process is only 3%. All processes are manual, alternative solutions are proposed to the owners. The research carried out is generally in companies with a certain level of growth. This research is carried out in a small, familiar micro-business. We consider that the knowledge is not necessarily applicable to large companies.

Keywords: Process capacity; Quality; Control limits; Minitab.

1 La presente investigación es el resultado de un resumen de una monografía realizada en la asignatura de Estadística industrial realizada en el grupo 8MD de la carrera de Ingeniería Industrial.

2 Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Alamo-Temapache. Docente adscrito a la carrera de Ingeniería Industrial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9265-1609>. E-mail: erasmo.lr@alamo.tecnm.mx

3 Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Alamo-Temapache. Adscrito a la carrera de Ingeniería en administración. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7379-7630>. E-mail: siel.rm@alamo.tecnm.mx

1 Introducción

El análisis y evaluación de los procesos productivos son de gran importancia para el cumplimiento de objetivos empresariales y de la misma manera impacta en dos momentos muy importantes: primero, en la apropiada administración de los recursos con los que cuenta la empresa para el desarrollo de sus actividades y, por otra parte, el consumidor recibe productos con estándares de calidad que generan confianza para hacer uso de los servicios o consumo de los productos presentados y que, con el paso del tiempo, se convierte en un cliente leal para el consumo del producto.

Las empresas deben de hacer una retrospectiva acerca de lo que sucede en sus procesos, analizar fuertemente aquellas variables que están ocasionando problemas, la evaluación periódica juega un papel neurálgico para mantener a los procesos en los límites de control aceptables para un cumplimiento en la calidad de los productos o procesos. Algo muy importante es crear una cultura organizacional en el desarrollo de las actividades y cumplimiento de los objetivos laborales de la empresa.

Se debe de hacer una mirada hacia el interior de la empresa, analizar y evaluar los procesos con los que se desarrollan los productos, orquestar el equipo adecuado para tales actividades, capacitar al personal en las actividades desarrolladas y, sobre todo crear al paso del tiempo una cultura de control de calidad total, para que, de tal manera, el empleado interiorice su compromiso organizacional para alcanzar los objetivos de productividad.

Los procesos tienen variables de salida o respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural de ese para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones) (Gutierrez Pulido; De La Vara Salazar, 2009).

Para ello, se usa el Control Estadístico de Procesos (CEP), sistema para la mejora continua de la calidad. Es una colección de herramientas estadísticas utilizadas entre otras cosas para medir, monitorear y controlar procesos por medio de gráficos o cartas de control. Se utiliza para revisar y garantizar que los procesos cumplan con las especificaciones de calidad establecidas (Vargas Ortiz; Márquez, 2021).

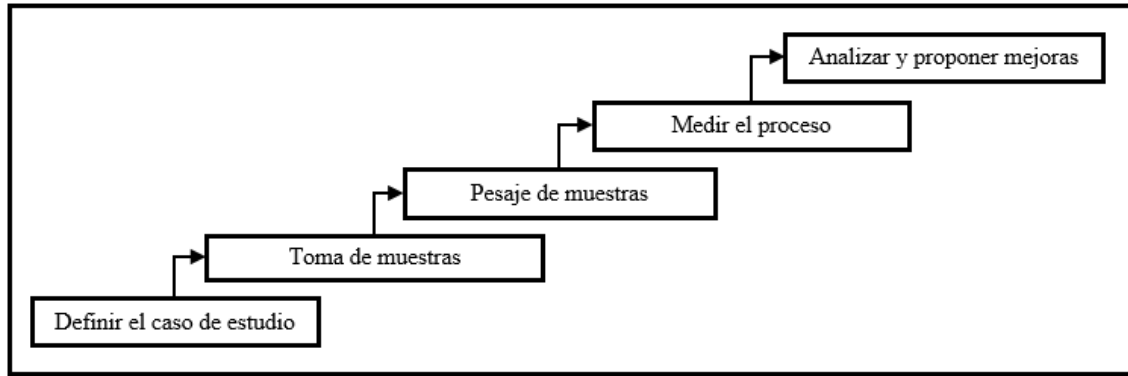
La eliminación de los defectos, la mejora y la reducción del tiempo para entregar productos es muy buscado en casi todas las organizaciones, para lograr estos objetivos se hace necesario entender primero, y después cambiar, los procesos donde ocurren las ineficacias, defectos, baja satisfacción o el bajo ritmo de producción (Medina León *et al.*, 2019).

La presente investigación se desarrolla en una microempresa dedicada a la producción y distribución de frituras, tanto de harina de trigo como la de plátano macho frito, se analiza la capacidad de proceso del envasado del plátano macho, con la finalidad de conocer el alcance del cumplimiento de los requisitos de presentación hacia el cliente final.

2 Desarrollo o metodología

El procedimiento empleado para desarrollar el tema de investigación se muestra en la figura 1, la cual se organiza metodológicamente en 5 etapas, con las cuales permitirá realizar un análisis sistémico del proceso actual del envasado de la fritura de plátano macho.

Figura 1 - Secuencia de metodología



Fuente: Los autores (2023).

2.1 Etapa I. Definir el caso de estudio

Consiste en realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa identificando cuáles son los elementos seleccionados para aplicar la metodología. Ello puede partir de sus objetivos estratégicos, desempeño de los procesos y los aspectos deficientes de servicio al cliente que dan respuesta a los requisitos del producto y/o servicio (Amaro-Montes *et al.*, 2020).

2.2 Etapa II. Toma de muestras

Las muestras se toman después de ser envasado, se emplea al respecto una técnica, la cual permite que la manipulación del proceso no sea con dolo, de tal manera que se espera que el proceso de toma de muestras sea lo más natural posible, para tener resultados fidedignos del proceso actual.

2.3 Etapa III. Pesaje de muestras

Las muestras tomadas son pesadas para conocer el contenido neto del producto, se pesan en una báscula electrónica.

2.4 Etapa IV. Medir el proceso

Con la ayuda del software Minitab se realiza el análisis del proceso para saber si el proceso es capaz de cumplir con los lineamientos necesarios para cumplir con lo estipulado por la microempresa.

2.5 Etapa V. Analizar y proponer mejoras

Con base los resultados encontrados con la ayuda del programa de computo se proponen mejoras para el proceso de envasado del plátano frito. Las cuales a un futuro se tiene que volver a analizar el proceso para conocer la efectividad de las acciones tomadas en el proceso.

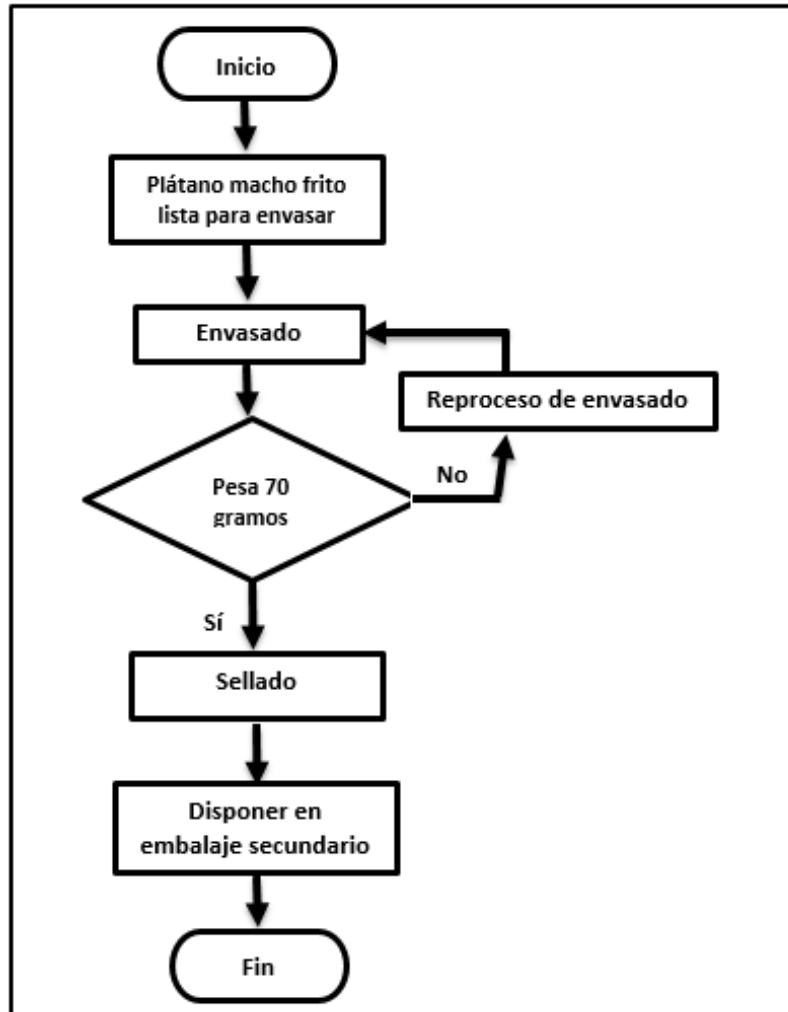
3 Resultados

3.1 Etapa I. Definir el caso de estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró un negocio de producción de frituras a base de harina de trigo y plátano macho, localizada en la Colonia Francisco Villa, perteneciente al municipio de Alamo-Temapache, en el estado de Veracruz, la microempresa tiene por nombre “Botanas y frituras del Paraíso”. Como tiene una variedad de productos, se consideró el proceso de envasado de plátano macho, ya que es el producto que tiene mayor demanda, y significa el 50% de los ingresos totales.

El plátano macho frito se recibe en recipientes que albergan 5 kilogramos de plátano ya en condiciones de embolsar, el embolsado es totalmente manual, en bolsas de polipropileno de grosor de 29 micras, con medidas de 14 x 24 centímetros. Son pesados en una báscula electrónica con un contenido aproximado de 70 gramos. En el diagrama no. 1 se observa el diagrama de proceso del envasado, en donde se mencionan las actividades desarrolladas en esa actividad. En el proceso de envasado es en donde se han observado inconsistencias en el volumen del producto envasado.

Diagrama 1 - Proceso de envasado de plátano



Fuente: Los autores (2023).

3.2 Etapa II. Toma de muestras

Para la presente investigación, se va a considerar una muestra infinita, ya que el proceso de envasado no tiene un último artículo mientras la empresa siga operando. En estos casos, los procesos se estudian mediante muestras de artículos extraídos en algún punto del proceso (Gutierrez Pulido; De La Vara Salazar, 2009).

La empresa declara un contenido neto de 70 gramos en el envasado de plátano macho frito salado. Se empleará un muestreo aleatorio simple, ya que cada muestra de tamaño n tiene la misma probabilidad de ser seleccionado (Render; Stair Jr.; Hanna, 2012). La jornada laboral inicia a las 09:00 a.m. y termina a las 06:00 p.m., de tal manera y con la finalidad de no generar un ambiente de manipulación dolosa en el gramaje por parte del trabajador, se empleará un método más sencillo y confiable que utiliza números aleatorios, es decir, dígitos generados de

modo que los valores de 0 a 9 se presentan al azar y con igual frecuencia. Estos números pueden ser generados por computadora o pueden incluso aparecer en una calculadora científica. De manera opcional, la tabla de números aleatorios que se puede usar para seleccionar una muestra aleatoria (Levin; Rubin, 2004). Se empleará la tabla de números aleatorios para generar el horario de muestreo de las bolsas. Se toma como criterio la primera fila y considerando los dos últimos dígitos como si fueran minutos, los cuales se van sumando al horario de inicio de la jornada laboral (Se inicia a las 9:00 am). De tal manera, que el primer día muestreo queda de la manera que se revela en la tabla no 1, se decidió tomar nueve muestras en una jornada laboral y trabajar con 11 días de muestreo.

Tabla 1 - Ejemplo de horario de toma de muestras

No. de muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Horario de muestreo	10:20	10:31	11:07	11:18	12:05	12:51	14:10	15:44	17:14

Fuente: Los autores (2023).

3.3 Etapa III. Pesaje de muestras

Se consideraron un total de 99 muestras en 11 días, el gramaje de cada una de las bolsas se nota en la tabla 2, de tal modo, que se observa de manera cuantitativa que existe mucha variabilidad en el contenido en las bolsas de plátano macho.

Tabla 2 - Gramaje de las bolsas

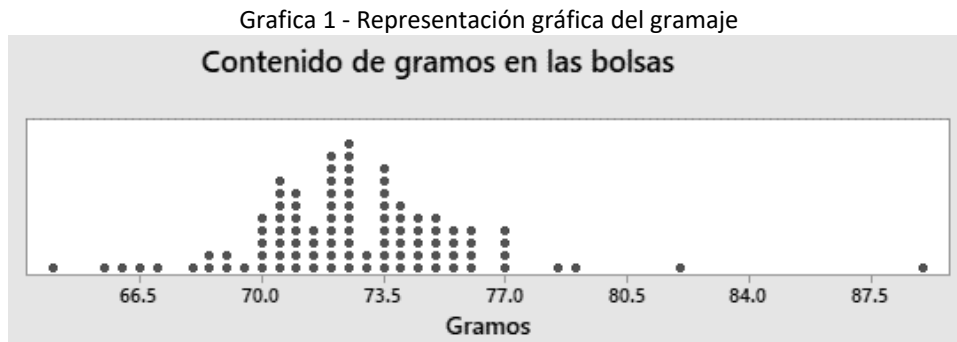
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9
Día 1	71.8	72.3	66.5	72.6	70.0	69.5	72.8	70.5	74.7
Día 2	75.2	70.5	72.7	73.9	76.8	74.4	73.7	75.9	71.8
Día 3	89.0	78.9	76.0	77.0	70.8	82.0	72.0	74.4	70.4
Día 4	71.5	73.9	72.7	72.2	73.4	72.7	73.7	72.5	71.2
Día 5	75.3	72.3	68.2	70.0	74.2	74.2	69.0	70.5	74.5
Día 6	73.3	68.7	66.9	71.0	70.4	65.6	77.0	72.2	66.0
Día 7	74.8	70.2	70.0	72.2	73.0	72.5	71.8	75.8	70.8
Día 8	71.5	64.0	75.3	73.4	71.0	70.7	72.0	76.0	70.4
Día 9	74.8	74.0	68.7	71.8	71.0	73.4	73.5	77.1	72.3
Día 10	71.6	74.4	75.3	72.5	75.3	71.6	74.0	69.2	75.2
Día 11	72.4	71.9	70.9	70.4	78.7	73.4	75.0	70.0	73.5

Fuente: Los autores (2023).

3.4 Etapa IV. Medir el proceso

3.4.1 Análisis de la capacidad de proceso del envasado

Con base a los datos mostrados en la tabla 2, se procede a graficarlos, se observa que los puntos que representan a cada una de las muestras tomadas tienen una dispersión que va desde el punto menor, que es de 64.0, al mayor, que es de 89.0 gramos (ver grafica de puntos no. 1). En la tabla 3, con base al análisis con el programa Minitab, se obtiene como resultado que la media de los datos tomados es de 72.692 gramos, por lo que se está por encima del gramaje estipulado como entrega final al cliente. La desviación estándar es grande y, como se puede demostrar, el intervalo de la menor y mayor gramaje es de 25 gramos. Hay que ser muy enfático y decir que el dueño de la microempresa quiere, con base a los costos que genera producir una bolsa de plátano macho frito, un contenido que debe de ser de 70 gramos, con una tolerancia máxima de 3 gramos, esto es, para que, con el precio de la venta al distribuidor, se tenga la ganancia pronosticada por kilogramo de plátano procesado.



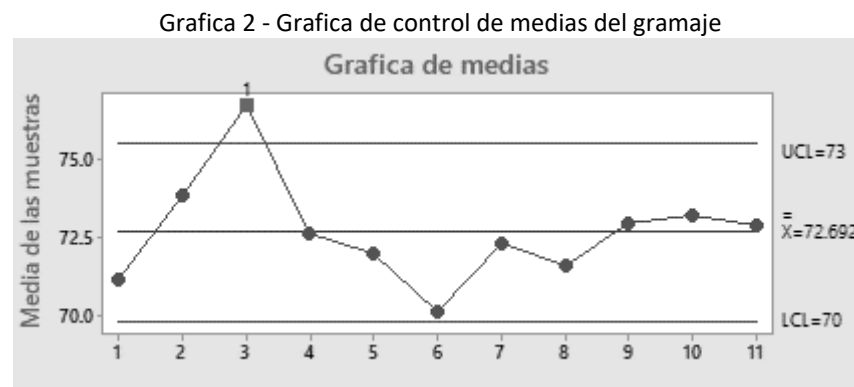
Fuente: Los autores (2023).

Tabla 3 - Datos estadísticos de la muestra

Descriptive Statistics: Gramos				
Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
Gramos	72.692	3.300	64.000	89.000

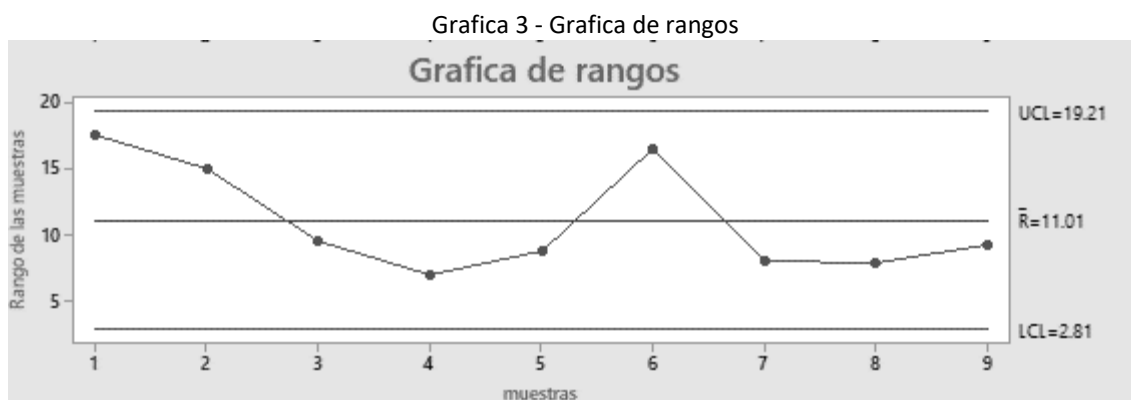
Fuente: Los autores (2023).

Para poder entender en comportamiento actual del proceso, se hace uso del empleo de la gráfica de control de medias, para poder observar la tendencia del proceso del envasado del producto, en cuanto el nivel de cumplimiento del gramaje objetivo que es de 70 gramos. Ver grafica 2. En la cual se puede observar que en el día 3 de muestreo fue el de la cresta más alta de la medición, aunque realmente todos los días del estudio estuvieron por arriba de los 70 gramos estipulados.



Fuente: Los autores (2023).

Los rangos de gramaje de los grupos se observan en la gráfica 3, de tal manera, que se puede observar mucha variabilidad en el proceso.



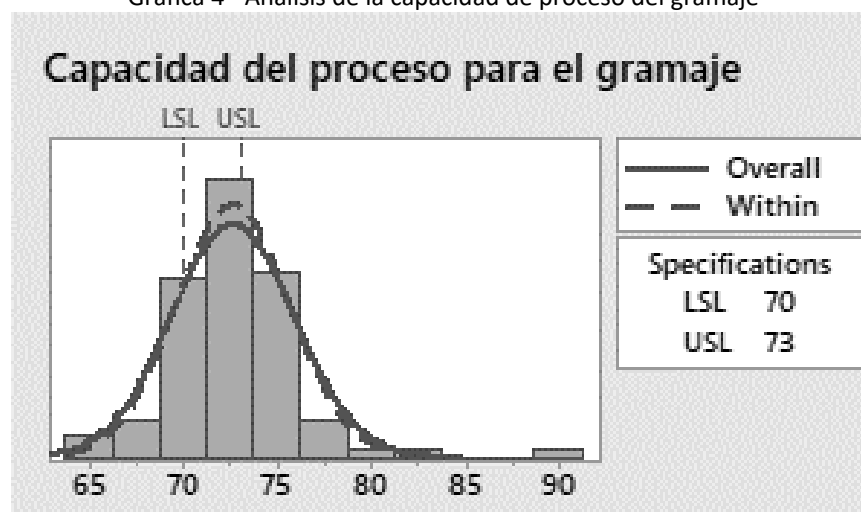
Fuente: Los autores (2023).

Con base a las gráficas de medias y rangos, se puede afirmar enfáticamente que el proceso está fuera de control, está entregando producto con exceso, lo que repercute en disminución en los ingresos por concepto de venta a la microempresa.

3.4.2 Evaluación de la capacidad de proceso

Para valorizar la capacidad de proceso de envasado con la variable del gramaje presentado en la presente investigación, se realiza un análisis de la capacidad de proceso, presentando los resultados presentados en la gráfica 4, donde se observan los límites en los que se espera que el proceso se desenvuelva que van de 70 como mínimo y 73 como máximo permisible con base a los requisitos de producción del microempresario. Así mismo, se observa la curva que representa la distribución de los datos de las muestras recolectadas que están cargadas sobre el límite superior de control, por lo que podemos mencionar que se está envasando gramaje de exceso del producto.

Gráfica 4 - Análisis de la capacidad de proceso del gramaje



Fuente: Los autores (2023).

Tabla 4 - Resultados de la capacidad

Argumento de la capacidad		
Within	Overall	Overall
StDev 3.040	+	StDev 3.300
Cp 0.16	+	Pp 0.15
Cpk 0.03	Within	Ppk 0.03
PPM 647572.98	+	Cpm *
	+	PPM 670107.36
	Specs	
	+-	

Fuente: Los autores (2023).

El Capacidad de proceso (C_p) es de apenas 0.16 (16%) por lo que no es adecuado para el trabajo, requiere modificaciones muy serias, como se observa en la gráfica 4, la gráfica tiende a estar más amplia que los límites de control del proceso, y que una totalidad de 647 572 piezas por cada millón no cumplen con las especificaciones definidas por el proceso. Con base a los valores de C_p definidos por los índices, en esta investigación da que cuando del $CP < 0.67$, el proceso requiere modificaciones muy serias, además, de que se encuentra en la última categoría, la cuarta (Gutierrez Pulido; De La Vara Salazar, 2009). El C_{pk} es de 0.03 por lo que la gráfica no está centrada con base a los límites de control, el proceso genera productos fuera de

especificaciones, tal como se puede observar en la tabla no. 5. La media del proceso es de 72.69 gramos, por lo que está muy lejana (proceso muy pobre) para dar cumplimiento a los 70 gramos que se buscan como cumplimiento del proceso de envasado, con base al análisis, se considera que solo un 3% está en cumplimiento con el cumplimiento esperado.

Tabla 5 - Índice Cpk

Cpk	Decisión
Cpk<1	El proceso genera producto fuera de especificación
Cpk=0	EL promedio se encuentra en uno de los límites especificados
Cpk negativo	Indica que el promedio está fuera de los límites especificados
Cpk<1.33	Proceso dentro de control, nivel óptimo

Fuente: Espinoza Hernández e Terrazas Mata (2021).

3.5 Etapa V. Analizar y proponer mejoras

El proceso de envasado es muy pobre para dar cumplimiento con el requisito del gramaje que se le pretende dar a los consumidores. La microempresa en cuestión de estudio tiene una muy buena distribución semanal de plátanos fritos, tanto dulces como salados, considerando que el promedio de envasado es de 72.69 gramos es posible considerar el dinero que por acción del producto dado en exceso a los consumidores, y que la empresa deja de percibir por este rubro se observa en la tabla no. 6., dado que 70 gramos de producto es equivalente a \$8.00, 2.60 gramos equivale a 0.31 centavos aproximadamente.

Tabla 6 - Ingresos dejados de percibir

No. de bolsas vendidas	peso dado en exceso (Gramos)	Dinero dejado de percibir (pesos)
1	2.6	0.31
5	13.4	1.5
10	26.9	3.1
20	53.8	6.2
50	134.5	15.5
75	201.7	23.2
100	269.0	31.0
150	103.5	46.5
200	538.0	62.2
300	807.0	93.0
400	1076.0	124.0
500	1345.0	155.0
1000	2690.0	310.0
1200	3228.0	372.0

Fuente: Los autores (2023).

La microempresa tiene ventas mensuales de 1200 bolsas de plátano, con lo que estaría dejando de percibir una cantidad de 372.0 pesos. Tomando en cuenta un año de trabajo el ingreso no percibido aproximado sería de \$4,464.0. Considerando una venta mínima mencionada, sin embargo, en días festivos se incrementa el consumo de este producto por parte de los clientes.

Es de vital importancia reafirmar que el envasado es totalmente manual, en donde un factor que pudiese interferir en alcanzar el objetivo del envasado puede ser:

1. La distracción en la ejecución del proceso de envasado.
2. Puede existir falta de compromiso en la actividad del operador.
3. El tamaño del plátano tajado frito influye en el volumen del producto envasado.
4. La balanza podría estar descalibrada.

Es necesario diseñar un plan de trabajo para poder validar los puntos anteriormente mencionados, con miras a observar si esas variables están influyendo, ya sea de gran manera o en lo mínimo, en el pobre desempeño en la capacidad de proceso del envasado.

4 Conclusiones

La medición de la capacidad de proceso en las empresas, sin considerar si es grande o pequeña, representa un gran logro para reconocer si lo que se está realizando está en buen camino en concordancia de los objetivos empresariales. El mercado cada vez más competitivo representa un gran reto para las empresas ganar clientes para el consumo de producto o servicios presentados. Los tiempos son muy difíciles para aquellos empresarios que se muestran resistencia al cambio con miras a mejorar sus procesos con la finalidad de hacerlos más productivos. La eficacia del proceso de envasado es muy baja de apenas un 16%, muy pobre el proceso de envasado, la pérdida que ocasiona este proceso repercute en las arcas económicas de la microempresa, ya que se está dando gramaje mayor a los clientes finales en incongruencia con lo declarado por el productor. Realmente quejas por parte del consumidor final no se tienen, ya que se les está proporcionando un producto con exceso, la pérdida la está teniendo directamente el productor, ya que, al no cuidar la estandarización en el gramaje del producto envasado, está teniendo una pérdida mínima anual de \$4,464.00. La medición de la capacidad de proceso es solo un pequeño análisis; al profundizarlo, tomando las correctas decisiones y, por pequeña que sea la acción ponerla en práctica, se pueden obtener muy buenos resultados, todo eso, para coadyuvar a mejorar la eficiencia de las empresas.

Referências

AMARO-MONTES, A. *et al.* Implementación de un estudio de capacidad de proceso en una maquiladora. **Foro de Estudios Sobre Guerrero**, v. 7, n. 1, p. 193-205, 2020. Disponível em: <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/458/321>. Acesso em: 11 jul. 2023

ESPINOZA HERNÁNDEZ, E. E.; TERRAZAS MATA, L. E. Implementación de manufactura esbelta en un proceso de troquelado para la aplicación de terminales. **Revista Científica Theorema**, v. 17, n. 1, p. 72-77, 2021.

GUTIERREZ PULIDO, H.; DE LA VARA SALAZAR, R. **Control estadístico de calidad y seis sigma**. 2. ed. México: McGraw-Hill, 2009. 502 p.

LEVIN, R. I.; RUBIN, D. S. **Estadística para administración y economía**. 7. ed. México: Prentice Hall, 2004. 956 p.

MEDINA LEÓN, A. *et al.* Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. **Ingeniare**, v. 27, n. 2, p. 328-342, 2019. DOI: 10.4067/s0718-33052019000200328.

RENDER, B.; STAIR JR., R. M.; HANNA, M. E. **Métodos cuantitativos para los negocios**. México: Pearson, 2012. 674 p.

VARGAS ORTIZ, O. G.; MÁRQUEZ, V. Control de variables asociadas con la calidad en el proceso de corrugado mediante el uso de gráficos de control multivariante. **Revista Bases de la Ciencia**, v. 6, n. 2, p. 167-180, 2021. DOI: 10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v6i2.2751.