

ANALYSIS OF THE TORQUIMETRY OF A CAPSULING MACHINE AND TORQUE STANDARDISATION

Ryan Leon Leon¹, Nicole Guevara Jimenez², Miguel Castillo Seminario³, Luis Sedano Ibañez⁴, Eduardo Castro Soto⁵;

¹Universidad Privada Del Norte, Perú, ryan.leon@upn.edu.pe¹, N00089285@upn.edu.pe², N00185829@upn.edu.pe³; N00185829@upn.edu.pe⁴; N00185829@upn.edu.pe⁵

Abstract: In this study, the analysis and development of a standardisation of the torque used for sealing soft drink bottles will be carried out in order to help companies dedicated to the production of soft drink bottles to obtain a seal that meets the quality standards through the application of a single measurement for all the different presentations and volumes of soft drink bottles and caps. For this work, different torque tests were carried out with a capping machine and a manual torque meter to calculate the force applied for sealing. Our hypothesis is that, through the tests and the information collected, we can obtain a constant force measured in pounds which will adapt to all the bottle presentations commonly used in almost all soft drinks and carbonated beverages companies, which are 650 ml, 1.5 L and 3 L, thus obtaining a seal that is approved by quality standards. That is why we proceeded to carry out tests or simulations which were carried out on samples of bottles of the formats and volumes already mentioned in which a sealing study was carried out, in order to estimate the force necessary to apply to comply with all the measures given by the companies producing soft drink bottles, in total 54 samples were made, after the tests were carried out the data obtained were taken, Finally, the discussion was carried out and then the results, which showed that there is a variation of the torque due to the effect of the change of format of the soft drink, this raised and demonstrated by means of a simple formula thanks to real tests and statistical analysis that have allowed to justify the reason of this idea and to try to contribute data and studies before problems on automatic capping machines of bottling of drinks.

Keywords: Capping machine, Sealing, Torque, Statistics, Standardisation

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.166>

ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

ANALISIS DE LA TORQUIMETRIA DE UNA MAQUINA CAPSULADORA Y ESTANDARIZACION DE TORQUE

Ryan Leon Leon¹, Nicole Guevara Jimenez², Miguel Castillo Seminario³, Luis Sedano Ibañez⁴, Eduardo Castro Soto⁵;

¹Universidad Privada Del Norte, Perú, ryan.leon@upn.edu.pe¹, N00089285@upn.edu.pe², N00185829@upn.edu.pe³; N00185829@upn.edu.pe⁴; N00185829@upn.edu.pe⁵

Resumen: En este estudio se realizará el análisis y el desarrollo de una estandarización del torque usado para el sellado de botellas de refrescos, con el fin de ayudar a las empresas dedicadas a la producción de botellas de refrescos a obtener un sellado que cumpla los estándares de calidad a través de la aplicación de una sola medida para todas las diferentes presentaciones y volúmenes de botellas y tapas de refrescos. Para este trabajo se realizaron diferentes pruebas de torque con una capsuladora y un torquímetro manual para calcular la fuerza aplicada para el sellado. Nuestra hipótesis es que, a través de las pruebas y la información recolectada, se puede obtener una constante de fuerza medidas en libras la cual se adaptara a todas las presentaciones de botellas usadas comúnmente en casi todas las empresas de refrescos y bebidas gasificadas, las cuales son 650 ml, 1,5 L y 3 L de esta manera obteniendo un sellado que sea aprobado por los estándares de calidad. Es por eso que procedimos a realizar pruebas o simulaciones las cuales se realizaron en muestras de botellas de los formatos y volúmenes ya mencionados en las cuales se realizó un estudio de sellado, con el fin de estimar la fuerza necesaria a aplicar para cumplir con todas las medidas dadas por las empresas productoras de botellas de refrescos, en total se realizaron 54 muestras, luego de que fueron realizadas las pruebas se tomaron los datos obtenidos, finalmente se realizó la discusión y posteriormente los resultados, los cuales mostraron que existe una variación del torque por efecto del cambio de formato de gaseosa, esto planteado y demostrado mediante una fórmula simple gracias a pruebas reales y análisis estadísticos que han permitido justificar la razón de esta idea y tratar de aportar datos y estudios ante problemas sobre capsuladoras automáticas de envasado de bebidas.

Palabras clave: Capsuladora, Sellado, Torque, Estadística, Estandarización.

I. INTRODUCCION

En el Perú, la bebida gaseosa es una de las principales bebidas no alcohólicas que consume un peruano/a, con 27.3 litros al año o 2.3 litros consumo promedio al mes [24,25]. El consumo de bebidas con alto contenido de fructosa o miel de maíz tendría resultados contradictorios para el desarrollo de obesidad, existiendo 2 meta análisis que lo favorecen y dos que no la favorecen [1]

Si bien el consumo per cápita de gaseosas en el Perú se encuentra en 60 litros anuales por debajo del mercado

chileno que está en 121 litros y Argentina 135 [2]. Sin embargo, el gerente general de Lindley manifestó que el consumo per cápita de bebidas gaseosas en todo el país es de aproximadamente 45 litros, el consumo se ha duplicado en los últimos cuatro años, especialmente en la región norte del país y es que En Lima se consumen aproximadamente 75 litros de gaseosas per cápita al año; mientras que, en provincias, 35 litros, y las ventas de este tipo de bebidas siguen en aumento [3] y es por eso que las empresas dedicadas a este rubro tienen la tarea de innovar y mejorar sus actividades y destacar en el mercado, actualmente en nuestro país la comercialización de diferentes productos sellados, empacados, envasados etc., tiene un papel fundamental pues la cadena de valor (producción-distribución y comercialización), depende del desarrollo tecnológico dentro de la línea de producción industrial, que es un factor muy importante para el mejoramiento en las diferentes industrias, generalmente en pequeñas y medianas industrias operan solo con los conocimientos básicos, sobre el manejo de maquinarias y herramientas [4] La automatización y el desarrollo de los procesos industriales son fenómenos que se han apoderado progresivamente de las empresas manufactureras dentro y fuera del país; esto es porque la automatización, junto con el desarrollo de máquinas y software que permiten la interconexión de procesos y tareas, ha facilitado y mejorado las actividades involucradas, haciéndolas eficientes y confiables para la elaboración de cualquier bien tangible [5] La automatización permite que la innovación en todos los procesos tradicionales, permitiendo así un mejor desempeño y dejar de lado la dependencia humana. Haciendo uso de algoritmos sofisticados y componentes electrónicos capaz de aprender, y encargarse de procesos en cualquier área bajo circunstancias complejas [6]. Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado [7]

Durante el proceso de la fabricación de gaseosas o bebidas o refrescos carbonatados hay muchas áreas las cuales son esenciales en la producción de esta actividad y una de ellas es el sellado o encapsulado de estas El proceso

de capsulado de las bebidas carbonatadas es un proceso que debe ser considerado como punto crítico de control, así como la fuerza del torque que es aplicado en las tapas en envases de Tereftalato de polietileno (PET), ya que al contener gas genera una mayor presión en la tapa que cualquier otro tipo de bebida. Cabe recalcar que el torque es la fuerza de rotación en sentido opuesto a las manecillas del reloj, medida en in/lb, que el consumidor debe aplicar para remover la tapa de la botella [8] el diseño de una máquina automática para el llenado de líquido en envases de tipo PET, aquí se observa la presentación más óptima de la botella donde va ser envasado el líquido y la estructura física de los sistemas mecánicos adecuados para el llenado, teniendo en cuenta los requerimientos del usuario y la obtención de un producto con buena calidad, presentando el análisis de fuerzas aplicadas sobre el modelo [9]. El llenado de botellas es una de las principales operaciones de envasado de productos líquidos de la industria de bebidas. A la hora de diseñar una línea de embotellado se tiene siempre en mente la idea de que ocupe un mínimo de espacio, pero con las condiciones optimizadas de manejo, mantenimiento y puesto en servicio [10]. Para el sellado utilizan un sensor de nivel capacitivo cuyo transmisor envía una señal analógica entre 0 y 10 Voltios, proporcional al volumen contenido. Con el objeto de homogeneizar la mezcla durante el proceso de llenado, se activa el motor de mezcla con cambio automático de sentido de giro cada 10 segundos [11], para un funcionamiento adecuado del sistema de sellado de botellas se debe considerar parámetros como: la regulación de la fuerza que se ejerce sobre la tapa de la botella, un diseño neumático adecuado para mantener un tiempo de posicionamiento bajo y una velocidad de sellado eficiente. [12]

El torque aplicado en el sellado de las bebidas carbonatadas es fundamental para mantener o mejorar la calidad de estos y es que el torque de apertura, definido como la fuerza de rotación aplicada por el consumidor para remover la tapa de la botella, es una de las variables de calidad medidas en una línea de producción estos tipos de estudios es de gran importancia puesto que una alta variabilidad en los análisis de torque es desencadenante de múltiples problemas en los procesos productivos como aumento de la insatisfacción de los consumidores, pérdida de la confianza y credibilidad en el producto y con ello reducción en la calidad del producto final, altos costos de producción, entre otros; es que el trabajo de Ballastero resalta la importancia del torque para la mejora de la calidad a través de la recolección de datos del torque aplicado por las capsuladoras en diferentes formatos, obteniendo así que el estudio logro concluir que Las pruebas realizadas van desde la identificación de normalidad en las muestras seleccionadas, prueba de homocedasticidad (igualdad de varianzas), el estadísticos t-student para muestras pareadas, análisis de varianza (ANOVA) y la utilización de gráficos de

control (con límites establecidos según los datos) para determinar si existe diferencias significativas con un 95% de confianza, en relación al torque aplicado a los instrumentos productivos de la planta embotelladora, hasta la medición del efecto proveniente de un cambio en el rango de fuerza y demostrar que la varianza del torque aplicada a las capsuladoras previo a la implementación del nuevo rango, es mucho mayor a la variabilidad que tienen los torques luego de aplicada el rango propuesto en la presente investigación. Es por esto que existe un menor número de unidades mermadas en la producción lo que permite entregar a las bebidas carbonatadas con la cantidad correcta del componente gaseoso, actividad que no se cumplía anteriormente debido al mal encapsulado de las botellas [13].

Entre las principales recomendaciones esta que la empresa de dicho trabajo cambie el tipo de rango usado por el propuesto debido a que genera menos variabilidad en el torque, además de realizar un seguimiento más concurrente con respecto a la ejecución de la carta control ya que siempre existe el riesgo de que haya un descontrol en el proceso, y es que el presente trabajo busca dar una constante de fuerza la cual evite un cambio del torque para las capsuladoras ante la variación de los formatos de botellas y que esta sirva para realizar un sellado de calidad y que cumpla la expectativas de los cliente, esto destinado para las microempresas y empresas dedicadas al rubro de gaseosas o bebidas carbonatadas.

II. METODOLOGIA

En esta sección se describe como fue la implementación de la metodología propuesta para el análisis de los rangos de torque para una capsuladora de refrescos carbonatadas mediante toma y mediciones de torques recolectados en la línea de producción de estas bebidas.

La capsuladora es programada a una fuerza de torque en específico aplicado al sellado de estos refrescos; las tomas fueron determinadas por la fórmula del tamaño de muestra a través del Método de Muestro Aleatorio Simple; el muestreo final fue tomado en un intervalo de cada dos horas en un día total de producción, las cuales posteriormente fueron siendo calculadas mediante un torquímetro manual (0-25lbs). Los estándares de calidad para bebidas carbonatadas establecieron que estas deben presentar un torque donde los parámetros aceptados deben oscilar entre los 8 – 18 lbs, siendo esta una medida internacionalmente aceptada. La intención de esta prueba consistió en identificar cual es la variabilidad mediante pruebas experimentales y elaboración de gráficos estadísticos de control con el fin de detectar las irregularidades e identificar los puntos críticos de los datos recolectados.

El muestreo estadístico y su aplicación en la actividad auditora en las empresas cooperativas, responde a determinadas necesidades que desde el punto de vista

práctico presentan los auditores en el procedimiento de selección de la muestra... Los pasos que se proponen dentro de la metodología están concebidos como una herramienta de trabajo que permite al auditor seleccionar la muestra a comprobar minimizando los prejuicios dentro de la auditoría interna en las empresas cooperativas.

Las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento contemplan los materiales usados durante el proceso que para este caso es el torquímetro manual, la maquinaria asignada a la ejecución del proceso, en este caso la capsuladora, los materiales que influyen son la tapa, el tipo de finish de la botella (corona) de la botella, el % de Brix de la bebida, peso y tamaño, características que prevalecerán en la botella.

Ambas (botella y tapa) son PET el cual es un material que “se funde en temperaturas desde 270°C a 290°C con presiones de 1500 psi (medida de presión) durante su inyección en el molde, para posteriormente ser sometido a una etapa de enfriamiento a 8°C”.

Las inspecciones las realiza un asistente de calidad y lo va plasmando en un formato de hoja de reportes del Área de Calidad donde se observa las tomas hechas durante el día de producción, la hora que fue tomada, % de Brix, presiones, temperatura, entre otros. Estas pruebas son hechas en cada arranque de línea, durante la producción (cada dos horas) y cada que finaliza el formato y sabor producido.

Para controlar o mejorar un proceso, necesitamos información o datos, los cuales se pueden recopilar de varias formas. Uno de los métodos más comunes son los estudios experimentales, la cual ejerce mediante la observación directa (ver Fig. 1 y 2).



Fig. 1 Capsuladora



Fig 2 Torquimetria

La recolección de los datos fue realizada en los días 02, 03, 05, 07, 08, 11, 12, 13, 15 de junio del 2022, durante la producción de estas bebidas con sus diferentes formatos y sabores. La frecuencia de estas tomas y los días realizados arrojó 54 tomas de torque en total.

Uno de nuestros sensores que fueron de mucha utilidad para el cálculo de los datos fue un torquímetro manual marca SecurePak con las siguientes dimensiones de 12 cm de alto x 25 cm de ancho x 35 cm largo / peso 5 kg.

TABLE I
ESPECIFICACIONES DE TORQUÍMETRO

Especificaciones de torquímetro	
Modelo	MR
Nivel de precisión	±4 %
Rango estándar	0 y 25 lb

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

1. Se seleccionaron botellas que pasaron después del sellado por la capsuladora.
2. Se trasladó al área de calidad.
3. Se observó que el torquímetro esté calibrado en 0.
4. Se colocó la botella y se ajustó en el torquímetro para la prueba.
5. Se realizó la medición del torque de apertura de las botellas.
6. Se anotaron los datos recolectados durante la observación en un formato hoja establecido por calidad.

III. RESULTADOS

Como primera etapa en el proceso de análisis, se realizó la prueba del tamaño de muestra a través del Método de Muestro Aleatorio Simple (1), el cual es un criterio necesario para seleccionar un estudio paramétrico.

$N = 54$ (Pruebas totales)

$\sigma = 0.75$ (Desviación estándar)

$Z = 94\%$ (Nivel de confianza)

$e = 15\%$ (Límite de error)

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)*e^2 + \sigma^2 * Z^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{54 * 0.75^2 * 0.94^2}{(54-1) * 0.15^2 + 0.75^2 * 0.94^2}$$

$$n = 16$$

Se determinó que las pruebas óptimas del tamaño de muestra calculada son de 16 pruebas las cuales se considerarán como la muestra estudiada para los resultados.

Se ha evaluado la fuerza de torque en una capsuladora con un rango de torque programado de 16-17 lb la cual se desea aplicar un análisis experimental sobre su variación de torque y cual serían sus principales factores que influyen en ella.

La máquina analizada consta de 6 pistones los cuales son los encargados de sellar a determinada presión y fuerza (torque lb) las botellas y tapas PET con la bebida carbonatada.

En las tomas de torque de la tabla 2 realizadas del 02 al 05 de junio no se determinó ninguna deficiencia de calidad puesto que los valores están dentro de los parámetros de calidad establecidos, por otro lado, si se puede observar una variación en entre los datos recolectados.

TABLA II
RECOLECCION DE TORQUES DEL 02 AL 05 DE JUNIO

Formato	Toma de Prueba	Torque lb (c/2h)					
		1	2	3	4	5	6
Cola R. 650ml	02/06/2022	14	12	15	14	13	14
Limón 1.5L	03/06/2022	14	13	14	15	14	13
Piña 3 L	05/06/2022	14	13	14	14	13	12

TABLA DE PARAMETOR DE TORQUE.
ELABORACION PROPIA

PARAMETROS DE TORQUE
8 - 18lb

En las tomas de torque de la tabla 3 realizadas del 07 al 11 de junio no se determinó ninguna deficiencia de calidad puesto que los valores están dentro de los parámetros de calidad establecidos, por otro lado, si se puede observar una mayor variación en entre los datos recolectados respecto a la toma anterior.

TABLA III
RECOLECCIÓN DE TORQUES DEL 07-11 DE JUNIO

Formato	Toma de Prueba	Torque lb (c/2h)					
		1	2	3	4	5	6
Champagne 650ml	7/06/2022	14	12	15	14	14	13
Cola 1.5 L	8/06/2022	15	13	14	15	14	12
Naranja 3 L	11/06/2022	15	13	12	14	13	15

TABLA DE PARAMETOR DE TORQUE.
ELABORACION PROPIA

PARAMETROS DE TORQUE
8 - 18lb

En las tomas de torque de la tabla 4 no se determinó ninguna deficiencia de calidad puesto que los valores están dentro de los parámetros de calidad establecidos, por otro lado, si se puede observar una variación en entre los datos recolectados, pero esta tiende a ser mínima.

TABLA IV
RECOLECCION DE TORQUES DEL 02 AL 05 DE JUNIO

Formato	Toma de Prueba	Torque lb (c/2h)					
		1	2	3	4	5	6

Cola R. 650ml	12/06/2022	14	12	15	14	13	14
Limón 1.5L	13/06/2022	14	13	14	15	14	13
Piña 3 L	15/06/2022	14	13	14	14	13	12

TABLA DE PARAMETOR DE TORQUE.
ELABORACION PROPIA

PARAMETROS DE TORQUE
8 - 18lb

Al realizar una agrupación de torques por formato y después se realizó un diagrama de dispersión, se obtuvo que el formato de 650 ml presenta los siguientes datos (ver Fig. 3).

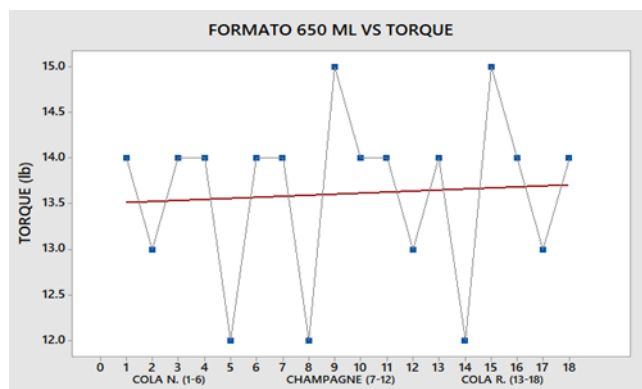


Fig. 3 Formato 650 ml vs Torque

Se puede observar en la figura 3, cinco puntos críticos los cuales se desvían notoriamente de la pendiente. Para este análisis se obtuvo los siguientes valores:

$$\text{TORQUE} = 13.50 + 0.0135$$

$$R\text{-sq: } 0.4\%$$

Al realizar una estadística descriptiva (ver Fig. 4) se pudo estimar que:

$$\sigma = 0.91644$$

$$\text{UTL} = 15$$

$$\text{LTL} = 12$$

$$\text{MODA} = 14$$

ESTADISTICA DESCRIPTIVA DEL TORQUE FORMATO 650 ML	
Media	13.61111111
Error típico	0.21600788
Mediana	14
Moda	14
Desviación estándar	0.91644382
Varianza de la muestra	0.83986928
Curtosis	-0.24925131
Coefficiente de asimetría	-0.62625766
Rango	3
Mínimo	12
Máximo	15
Suma	245
Cuenta	18
Nivel de confianza(95.0%)	0.45573679

Fig. 4. Estadística descriptiva para formato 650 ml

Cálculo del Cp para formato 650 ml (2):

$$Cp = \frac{UTL - LTL}{6(\sigma)} \quad (2)$$

Reemplazando (3):

$$Cp = \frac{15 - 12}{6(0.91644)}$$

$$Cp = 0.545$$

Este valor nos indica que no es adecuado para el trabajo y requiere una modificación, en este caso sería un ajuste de torque (ver Fig. 5).

En el formato de 1.5 L presenta los siguientes datos:

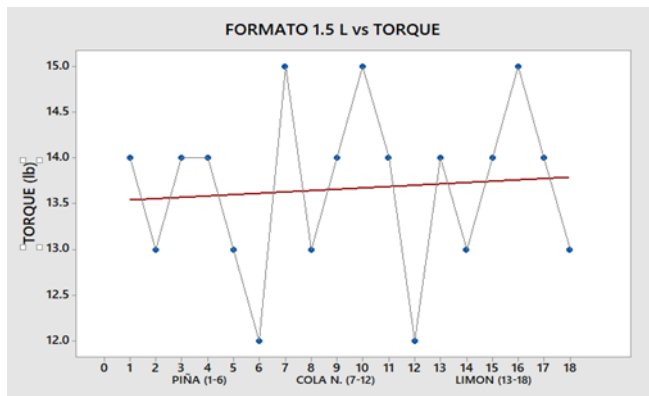


Fig 5. Formato 1.5 L vs Torque

Se puede observar en la imagen 5, cinco puntos críticos los cuales se desvían notoriamente de la pendiente, este formato presentó 2 tomas desviación respecto al formato anterior. Para este análisis se obtuvo los siguientes valores:

$$\text{TORQUE} = 13.53 + 0.01445x$$

$$R\text{-sq: } 0.7\%$$

Al realizar una estadística descriptiva (ver Fig. 6) se pudo estimar que:

$$\sigma = 0.90748$$

$$UTL = 15$$

$$LTL = 12$$

$$MODA = 14$$

ESTADISTICA DESCRIPTIVA DEL TORQUE FORMATO 1.5 L	
Media	13.666667
Error típico	0.21389632
Mediana	14
Moda	14
Desviación estándar	0.90748521
Varianza de la muestra	0.82352941
Curtosis	-0.39897959
Coefficiente de asimetría	-0.2951642
Rango	3
Mínimo	12
Máximo	15
Suma	246
Cuenta	18
Nivel de confianza(95.0%)	0.45128178

Fig. 6. Estadística descriptiva para formato 1.5 L

De la misma forma calculamos el Cp (4):

$$Cp = \frac{15 - 12}{6(0.90748)} \quad (4)$$

$$Cp = 0.55$$

Este valor nos indica que no es adecuado para el trabajo y requiere una modificación, en este caso sería un ajuste de torque, obteniendo el siguiente valor:

$$\text{TORQUE} = 13.84 - 0.03612x$$

$$R\text{-sq: } 3.8\%$$

En el formato de 3 L presenta los siguientes datos:

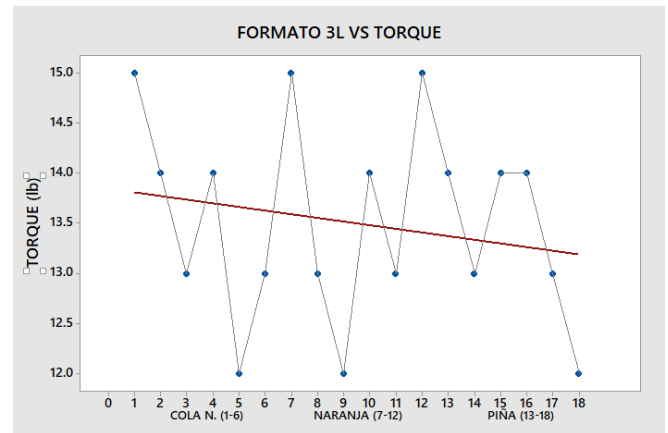


Fig. 7. Formato 3L vs Torque

Se puede observar en la imagen 7, seis puntos críticos el cual formato presenta el mayor número de tomas con desviación a la pendiente. Para este análisis se obtuvo los siguientes valores:

Al realizar una estadística descriptiva (ver Fig. 8) se pudo estimar que:

$\sigma = 0.91644$
UTL = 15
LTL = 12
MODA = 14

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL TORQUE FORMATO 3L	
Media	13.6111111
Error típico	0.21600788
Mediana	14
Moda	14
Desviación estándar	0.91644382
Varianza de la muestra	0.83986928
Curtosis	-0.24925131
Coefficiente de asimetría	-0.62625766
Rango	3
Mínimo	12
Máximo	15
Suma	245
Cuenta	18
Nivel de confianza(95.0%)	0.45573679

Fig. 8. Estadística descriptiva para formato 3L

ANÁLISIS:

La pendiente negativa se da debido a que una variable disminuye, la otra aumenta, en este caso están representadas por el formato de 3L y el torque para ese formato.

El R^2 = representado en los gráficos de dispersión, representa qué tan cerca están los datos de la línea de tendencia, por ello que el formato de 3L presenta un 3.8%, lo que lo lleva a tener más puntos críticos en comparación a los demás formatos.

Al finalizar el análisis del torque y mediante un análisis descriptivo el torque debe ser el mismo para todos los formatos, sin embargo, el análisis de dispersión, el porcentaje de variación y el R^2 , establecen la variación del torque depende de cada formato predeterminado. El torque de los formatos 650ml y 1/5 L son mayores al del 3L debido a el porcentaje de variación y la pendiente negativa, ya que esta define que, si una variable disminuye, la otra aumenta, en este caso a mayor formato el torque sería menor. Además, creemos conveniente establecer límites de tolerancia de ± 0.5 con el fin de disminuir variaciones en las futuras muestras, aportando a la calidad del sellado de las botellas.

IV. DISCUSION

En un futuro las plantas embotelladoras serán totalmente automatizadas, además estas pueden disminuir la cantidad de trabajadores debido a la automatización [14]. Sin embargo, la realización de cualquier proceso tecnológico implica varios elementos: materias primas, equipos (planta), tecnología sobre

todo la energía personal del trabajador [15]. Es por ello que en este trabajo busca estandarizar el torque utilizado al momento de aplicar el sellado en las botellas de las tres presentaciones, con el fin de reducir tiempos de programación-calibración en la máquina, reduciendo tiempos en la producción, costos en reprocesos por productos inconformes y en costos de personal. Se asegura que la productividad actual de una empresa se mejora al aplicar una implementación de un sistema automatizado de botellas, incrementando el número de botellas realizadas, disminuyendo el tiempo de producción, tiempos muertos, entre otros [16]. Para la medición de estas variables, en el caso del rango, se ha procedido a proporcionar un determinado tipo de fuerza a varias capsuladoras, utilizando un rango de 12-18 de fuerza [17]. En nuestro análisis trabajamos con rangos de 12-15 de fuerza y obtuvimos en el análisis una fuerza de 14 para todas las presentaciones.

V. CONCLUSIONES

Después de realizar la metodología planteada, la presente investigación ha llegado a obtener resultados sobre una variación de torque por efecto de un cambio de formato de gaseosa, planteada y demostrada mediante una fórmula simple gracias a pruebas reales y análisis estadísticos que han permitido justificar la razón de esta idea y tratar de aportar datos y estudios ante problemas sobre capsuladoras automáticas de envasado de bebidas. Las pruebas realizadas van desde un MAS (Muestreo Aleatorio Simple), unos gráficos de dispersión para analizar puntos críticos y el comportamiento de estos datos gracias a la aproximación de una pendiente establecida y la variabilidad gracias al análisis de varianza, una regresión lineal simple para identificar el torque promedio además de sus rangos máximos y mínimos, y también un estudio de capacidad potencial del proceso (C_p) con el cual habíamos inferido sus límites de tolerancia superior e inferior. Finalmente, y concluyendo se pudo observar un nuevo rango teórico y real de 14 lb después de la metodología que se ha implementado y esperamos que este estudio genere un aporte al estudio científico del comportamiento y variación del torque en las capsuladoras de bebidas carbonatadas. Pues el torque planteado anterior presentaba muchas variaciones y puede que genere mayor número de mermadas en la producción.

REFERENCIAS

- [1] D. Palacios, "Consumo Excesivo de Gaseosas y Riesgo de Obesidad en Adolescentes de la ciudad de Trujillo 2017". 2017. Tesis de Licenciatura. Perú, 2017. Disponible: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2689/1/REP_ME_D.HUMA_DIEGO.PALACIOS_CONSUMO.EXCESIVO.GASEOSAS.RIESGO.OBESIDAD.ADOLESCENTES.CIUDAD.TRUJILLO.2017.pdf
- [2] Diario Gestión. "Mayor consumo de agua embotellada reduce liderazgo de las gaseosas, reportó Kantar". Revista Peruana. 2018. Doi: Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/mayor-consumo-agua-embotellada-reduce-liderazgo->

- [3] Andina. "Al año se consumen 75 litros de Gaseosas per capita en Lima y 35 litros en provincias". Revistas de noticias Peruanas. 2010. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=301219#>
- [4] N. Sailema, "Determinar la relación entre los trastornos de traumas acumulativos y el dolor cervical en los empleados de la fábrica de calzado franmar de la ciudad de Ambato en el primer semestre del 2012". Tesis de Licenciatura. Ecuador, 2013. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3688/1/Tesis%20Natalia%20Sailema.pdf>
- [5] S. Jaramillo; T. Tabares. "Modelo de un proceso productivo de embotellamiento y sellado de líquidos, mediante la integración de la estación de flujo continuo (MPS® PA) al C.I.M. del centro tecnológico de automatización industrial - C.T.A.I.". 2010. Tesis de Licenciatura. Bogotá, 2010. Disponible: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7360/tesis396.pdf;sequence=1>
- [6] O. Toctaguano, "Automatización del llenado de botellas y control de calidad de su corona aplicado a la empresa averno". 2021. Tesis de Licenciatura. Ecuador, 2021. Disponible: <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/UPS%20-%20TTS521.pdf>
- [7] I. Cuesta, "Estudio de un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el laboratorio de automatización y control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato". 2014. Tesis de Pre grado. Ecuador, 2014. Disponible: <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20222%20-%20Cuesta%20Ch%C3%A1vez%20Israel%20Ladislao.pdf>
- [8] F. Ballesteros, E. Hurtado y S. Garcia, "Métodos estadísticos paramétricos en el análisis de la variabilidad del torque, durante el proceso de encapsulado para la elaboración de bebidas carbonatadas". Vol. 21, no 102, pp. 55-65, Julio 2020. Doi: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/343/621>
- [9] R. Salindas, L. Zeledón, et al, "Diseño de una máquina automatizada para envasado de líquido, en botellas de 500 ML y 1000 ML para las PYMES." 2016. Libro de tesis. Nicaragua, 2016. Disponible: <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNI.20931>
- [10] C. Morillo, "Diseño de un sistema automatizado de envasado y dosificación de productos desinfectantes veterinarios.". 2017. Tesis de Grado. Colombia, 2017. Disponible: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9644/T07313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [11] J. Ayala, A. Blacido, et al, "Proceso para la industrialización y automatización de una planta embotelladora." 2014. Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial - SENATI. Perú, 2014. Disponible: https://www.academia.edu/18806030/Proceso_para_industrializacin_y_automatizacion_de_una_planta_embotelladora
- [12] L. Cacuango, "Estudio de un sistema de repotenciación en el sellado de botellas para mejorar los tiempos de producción en el laboratorio de control y automatización industrial de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica". 2015. Tesis de Pre grado. Ambato, 2015. Disponible: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/13428>
- [13] F. Ballesteros, "Métodos estadísticos paramétricos para analizar la variabilidad del Torque en una empresa de bebidas carbonatadas". 2019. Tesis de Licenciatura. Ecuador, 2019. Disponible: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52138/1/T-110073%20BALLESTERO%20ANDRES.pdf>
- [14] J. Ayala, A. Blacido, et al, "Proceso para la industrialización y automatización de una planta embotelladora." 2014. Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial - SENATI. Perú, 2014. Disponible: https://www.academia.edu/18806030/Proceso_para_industrializacin_y_automatizacion_de_una_planta_embotelladora
- [15] M. Boca, P. Kovač and B. Savković, "Model Approach of Automation of Bottling and Packaging for Industrial Process of bottles", vol 20 no 2, pp. 69-72, November, 2017. Doi: <http://doi.org/10.24867/JPE-2017-02-069>
- [16] M. Medina; C. Saldaña, "Propuesta de implementación de un sistema automatizado para aumentar la productividad en la línea final de una empresa pisquera.". 2021. Tesis de Grado. Peru, 2021. Disponible: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/4903>
- [17] F. Ballesteros, E. Hurtado y S. Garcia, "Métodos estadísticos paramétricos en el análisis de la variabilidad del torque, durante el proceso de encapsulado para la elaboración de bebidas carbonatadas". Vol. 21, no 102, pp. 55-65, Julio 2020. Doi: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/343/621>