




## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Reducción de costos logísticos en una empresa agroexportadora de conchas de abanico**

#### **Reduction of logistics costs in a scallop agro-exporting company**

André Rodríguez<sup>1</sup>, Jhonsson Quevedo<sup>1</sup>\* y Rubén Garcilazo<sup>2</sup>

#### **RESUMEN**

En este estudio se buscó disminuir los costos asociados a la distribución en una empresa de acuicultura, los cuales, tras una evaluación inicial, se revelaron como excesivamente altos y con una distribución estadística descontrolada. El enfoque inicial se centró en los costos de distribución por cada servicio prestado, utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como herramienta principal de mejora. Esta técnica ayudó a desglosar los efectos y síntomas hasta identificar las causas fundamentales de los problemas, lo que facilitó sugerir e implementar mejoras como la estandarización del proceso de gestión de pedidos, la optimización de los canales de comunicación, innovadoras estrategias de reclutamiento y formaciones teóricas y prácticas. Estas acciones mejoraron significativamente el ambiente laboral, implicando a un equipo más dedicado y con procesos claramente establecidos y alineados con las necesidades de la empresa. En cuanto a los costos de distribución, se logró reducir el promedio de S/.8 819 soles a S/.8 042 soles, además de conseguir una variabilidad estadística más reducida y ordenada.

**Palabras clave:** DMAIC; distribución; estandarización; costos; acuicultura.

#### **ABSTRACT**

In this study, the aim was to reduce the distribution costs in an aquaculture company, which, after an initial assessment, were found to be excessively high with an uncontrolled statistical distribution. The initial approach focused on distribution costs per service provided, employing the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve y Control) methodology as the primary improvement tool. This technique aided in breaking down effects and symptoms to identify the root causes of the issues, enabling the suggestion and implementation of improvements such as standardization of the order handling process, enhancement of communication channels, innovative recruitment strategies, and theoretical and practical training. These measures significantly improved the work environment, involving a more committed team and processes that were clearly established and aligned with the company's needs. Regarding distribution costs, there was a reduction from an average of 8 819 soles to 8 042 soles, along with achieving a more reduced and orderly statistical variability.

**Keywords:** DMAIC; distribution; standardization; costs; aquaculture.

\* Autor para correspondencia

1 Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Email: [arodriguezl@unc.edu.pe](mailto:arodriguezl@unc.edu.pe), [jquevedol@unc.edu.pe](mailto:jquevedol@unc.edu.pe)

2 Universidad Privada del Norte, Perú. Email: [rgarcilazo2711@gmail.com](mailto:rgarcilazo2711@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la acuicultura, específicamente en las plantas exportadoras de conchas de abanico, el modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se ha aplicado con éxito para mejorar la eficiencia operativa y cumplir con las estrictas normativas internacionales. (Gómez y Herrera, 2021; Van Riel et al., 2023). En este complejo escenario, la búsqueda de estrategias que permitan optimizar los costos sin sacrificar la calidad del producto se ha vuelto una prioridad (Hala et al., 2024). Entre las diversas herramientas disponibles para la gestión de la calidad y la mejora de procesos, la metodología DMAIC se destaca por su enfoque sistemático y su probada eficacia en la identificación y solución de problemas operacionales (Desai y Pandit, 2023; Levenant et al., 2024).

La metodología DMAIC, un acrónimo que representa las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, se origina en el marco del Six Sigma como un enfoque estructurado para la mejora continua (Widodo y Sodianono, 2022; Karwande et al., 2023). Al proporcionar una secuencia clara de pasos a seguir, DMAIC facilita la detección y corrección de ineficiencias en los procesos, lo que resulta en una optimización significativa de los recursos y una reducción de costos (Rathore y Patidar, 2021; Sadikin, 2023).

Frente a este contexto, el presente estudio se propone abordar la implementación de la metodología DMAIC en el marco específico de una empresa dedicada a la exportación de productos acuícolas. La finalidad es desentrañar las posibilidades que esta metodología ofrece para la mejora de la eficiencia operacional y la reducción de costos de distribución, esenciales para fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado internacional. Este enfoque no solo aspira a llenar el vacío identificado en la literatura sino también a ofrecer insights valiosos y aplicables que otras organizaciones del sector puedan adoptar en sus propios desafíos operativos y logísticos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tendrá su clasificación del tipo aplicada y preexperimental, con una temporalidad transversal y de carácter deductivo-inductivo. El detalle del proceso se puede apreciar en la Figura 1:



Inicialmente, se determinaron los objetivos que condujeron a la mejora, tales como: describir la situación actual de la empresa, identificar los costos de distribución y describir la aplicación de la metodología DMAIC en los procesos de la empresa. Durante el diagnóstico, se determinarán las condiciones del proceso, seguido de una medición detallada de los costos actuales de distribución. Para esta medición, se

utilizaron instrumentos como las hojas de recolección de datos y la observación directa de las operaciones logísticas, lo que permitió obtener información precisa sobre las áreas con mayores ineficiencias. Estos datos fueron la base para iniciar la metodología DMAIC, donde en la fase de definir, mediante un análisis exhaustivo, se identifican las principales ineficiencias utilizando herramientas como diagramas de flujo y análisis FODA, y se planteó el problema principal a mejorar (Trimarjoko et al., 2020). A partir de esta definición, se recolectaron los datos necesarios para las fases de análisis e implementación de mejoras, empleando gráficos de control, diagramas de Pareto y análisis de capacidad de proceso para interpretar los resultados estadísticos obtenidos. Estos métodos permitieron visualizar las variaciones y determinar la estabilidad del proceso, lo que facilitó la identificación de las áreas críticas a mejorar. Las mejoras se implementaron de manera controlada, siguiendo un plan de acción específico, y finalmente, se desarrolló un sistema de monitoreo basado en indicadores clave de desempeño (KPI) como el tiempo de entrega y los costos asociados al transporte. Este sistema permitió asegurar la continuidad y efectividad de las emprendidas, garantizando así la reducción de costos y la mejora de la eficiencia.

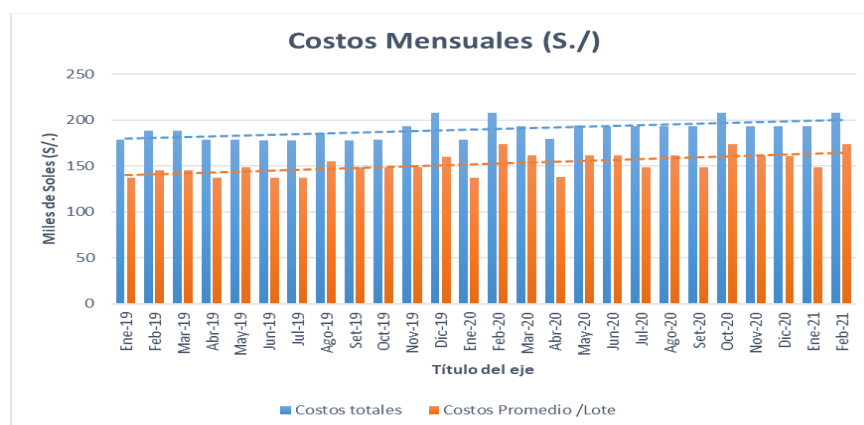
## RESULTADOS

### Diagnóstico

La empresa objeto de estudio en el sector de la acuicultura ha enfrentado desafíos significativos en la gestión de sus costos de distribución. Estos costos, que representan una parte sustancial de los gastos totales, han mostrado una tendencia al alza (Figura 2), afectando directamente la rentabilidad de la organización.

**Figura 2**

*Costos mensuales (S./) de los últimos meses.*



### Definición del problema

La empresa enfrenta un desafío crítico: sus elevados costos de distribución limitan su competitividad en el mercado global. Este estudio se enfoca en la problemática de la reducción de costos de distribución, vital para mejorar la rentabilidad y responder a las dinámicas del mercado.

Del mismo modo, como actividades adicionales de la fase de definición se logró establecer el grupo encargado que colaborará a lo largo del proyecto, así como la programación y extensión de cada etapa de este. Asimismo, se identificaron las acciones relacionadas con la distribución del producto final, especificando los principales participantes en este proceso. Por último, se clarificaron las demandas en cuanto a los envíos solicitados por los clientes.

## Medición de las variables del problema

### Priorización de causas

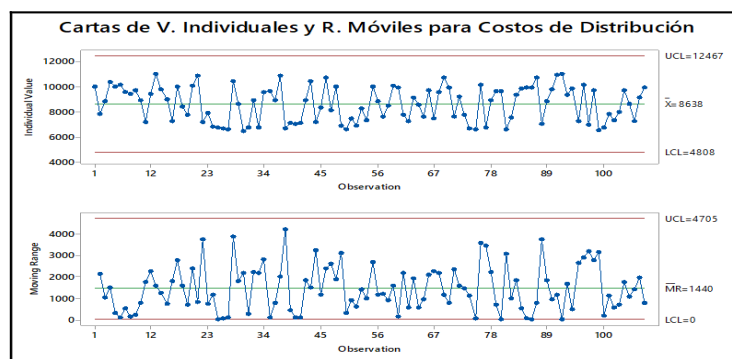
Durante esta etapa, se recopiló información sobre los gastos asociados a la producción y transporte de lotes hacia la cámara de terceros para todos los productos fabricados en los primeros meses del año. Utilizando el diagrama de Pareto y aplicando el principio del 80/20, se identificó que la actividad que generaba los mayores costos era la distribución. El análisis realizado permitió desglosar los costos involucrados, tales como cría, transporte, procesamiento, suministros, materiales, mano de obra y distribución de cada lote producido. Como resultado, se calcularon que los costos promedio de distribución, valuados en 84,361 soles por lote, representaban aproximadamente el 80% de los costos más significativos. Así, se comenzó que la reducción de los costos de distribución sería el objetivo principal de este trabajo de investigación, dado su impacto predominante.

### Análisis estadístico

Utilizando herramientas como las cartas de control individuales y evaluando la capacidad del proceso, se medirá el rendimiento del proceso tomando como referencia los costos asociados. Para ello, se utilizaron datos de costos de envío correspondientes a los lotes producidos y exportados entre los meses de febrero y abril de 2021.

**Figura 3**

*Gráficos de control estadístico para costos de distribución.*



La Carta de variables individuales y Rangos móviles aplicada a los costos de distribución revela una variabilidad significativa. La media de costos registrada fue de 8 638 soles, con una fluctuación que va de 4 808 a 12 467 soles. La ausencia de valores fuera de los límites control indica que no hay causas

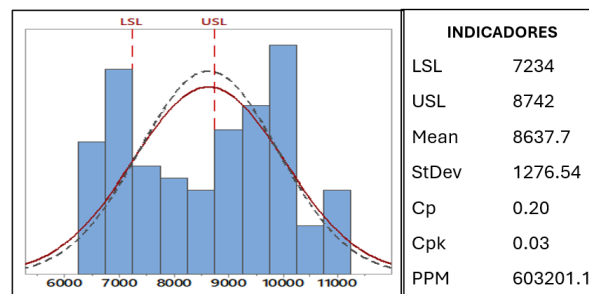
asignables extremas que distorsionen el proceso. Sin embargo, las oscilaciones y tendencias observadas sugieren inestabilidades en el proceso, potencialmente atribuibles a factores gestionables. Estos hallazgos, obtenidos mediante un análisis estadístico en Minitab, enfatizan la importancia de investigar más profundamente las causas subyacentes de estas variaciones para mejorar la eficiencia del proceso de distribución. Del mismo modo, este primer análisis estadístico nos revela la presencia de puntos de mejora del proceso de distribución.

### Capacidad del proceso

La evaluación de la capacidad del proceso, a través de índices como Cp (Capacidad potencial del proceso), Cpk (Capacidad real del proceso) y PPM (Número de partes no conformes en el proceso), permite cuantificar el grado de cumplimiento y desviación con respecto a las especificaciones establecidas.

**Figura 4**

*Análisis de capacidad del proceso de distribución.*

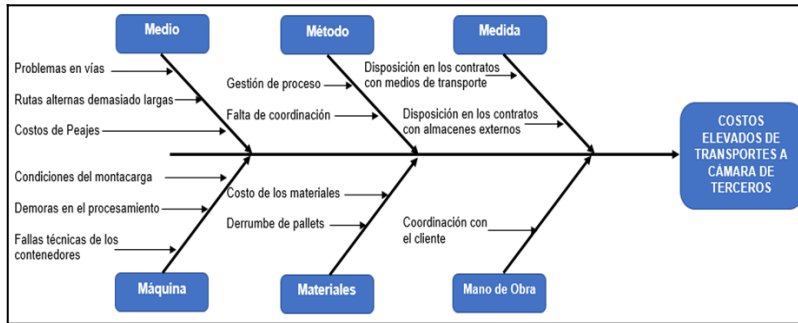


Los resultados revelan que el proceso actual requiere modificaciones significativas y urgentes, con un valor de Cp de 0.2 indicando una inadecuada capacidad de trabajo. Aunque el Cpk muestra que el proceso no está muy alejado del centro estadístico, su valor de 0.03 señala la necesidad de mejoras. Además, el alto valor de PPM, con 603 201 errores por cada millón de oportunidades, equivalente a un nivel sigma de 1.23, destaca la urgencia y la oportunidad de mejora para que la empresa pueda tener un mayor control sobre sus costos de distribución.

Previamente al análisis de causas, se determinó el costo de distribución que genera mayor efecto en la totalidad de los costos. Para tal fin se realizó un nuevo análisis de Pareto, determinándose que los costos de transporte a cámara de terceros y los remuestreos eran los gastos más elevados. A esto se aplicó un análisis de búsqueda de causas con la herramienta de Diagrama de Ishikawa. El análisis de la primera causa se aprecia en la siguiente figura.

**Figura 5**

Diagrama de Ishikawa para costos elevados por transporte a cámara de terceros



**Análisis de causas raíz**

El análisis de causas indicó ineficiencias en el embalaje y en la coordinación entre la empresa y los clientes surgen como preocupaciones metodológicas críticas. Cuestiones contractuales con transportistas y almacenistas externos, condiciones de equipos de manejo de carga, y la gestión de los materiales indican áreas potenciales de mejora en los aspectos de medición, maquinaria y materiales. Finalmente, la comunicación deficitaria en la mano de obra sugiere desafíos en la interacción con los clientes.

Luego, la Matriz Causa-Efecto se empleó para cuantificar el impacto de diversas causas en los elevados costos de distribución, evaluando efectos, frecuencia y detectabilidad.

**Tabla 1**

Matriz de ponderación causa efecto para costos elevados de transporte a cámara de terceros

Causa raíz	Ponderación	Repetibilidad	Detección	Impacto
Rutas alternas demasiado largas	6	2	2	24
Demoras en el procesamiento	6	7	9	378
Modo de Gestión del proceso	7	10	7	490
Disposiciones en los contratos	8	5	9	360
Confusión en las órdenes de entrega	8	10	6	480

La gestión ineficiente de los procesos de distribución y la coordinación deficiente con clientes emergieron como las influencias más significativas. Un análisis más minucioso se llevó a cabo mediante la técnica de los cinco porqués, profundizando en la raíz del problema.

**Tabla 2**

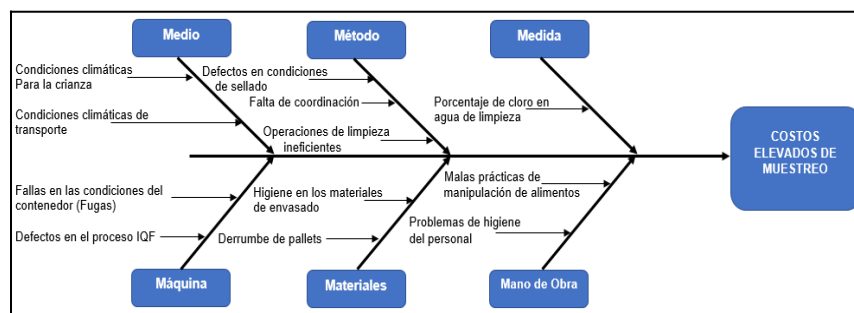
Análisis de los cinco porqués de los costos elevados a cámara de terceros

Problema	Costos elevados de transporte en cámara de terceros	
¿Por qué?	Deficiencias en el modo de gestionar los procesos	Confusión en las órdenes de entrega
¿Por qué?	Existen descoordinaciones entre los que participan en el proceso	Falta de coordinación con el cliente
¿Por qué?	No se ha identificado con precisión quién es el responsable de cada actividad	Deficiencias en los canales de comunicación
¿Por qué?	Existen distintas actividades que no se han mapeado	El software/aplicación utilizada no permite llevar un registro adecuado
¿Por qué?	No se ha estandarizado todos los procesos en la liberación del producto	Dificultad para enviar archivos en distintos formatos y de las horas de sus envíos

Para la segunda causa seleccionada, costos elevados de muestreo, se inició de la misma forma con el diagrama de Ishikawa.

**Figura 6**

*Diagrama de Ishikawa para costos elevados de muestreos*



En el grupo Medio, se identificó que las condiciones climáticas y de crianza podrían afectar la calidad microbiológica del producto final. Respecto al grupo Método, se encontró que la metodología de secado no era adecuada, y la falta de coordinación y eficiencia en las operaciones de limpieza también contribuían al problema. En cuanto al grupo Medida, se sugirió que las soluciones desinfectantes podrían no estar bien preparadas. En el grupo Maquinaria, se notó que fallas en los contenedores y maquinarias IQF podrían comprometer la seguridad alimentaria de las conchas de abanico. En el grupo Materiales, se planteó que la higiene de los envases y los incidentes con los pallets durante el proceso y almacenamiento podrían tener un impacto. Finalmente, en el análisis del grupo Mano de obra, se observó que problemas de higiene y prácticas de manufactura deficientes podrían ser causas. Para priorizar las causas más importantes, se decidirá utilizar la matriz de causa-efecto.

**Tabla 3**

*Matriz de ponderación causa efecto para costos elevados de muestreo*

Causa raíz	Ponderación	Repetibilidad	Detección	Impacto
Defectos en las condiciones de secado	3	2	2	12
Condiciones climáticas adversas	6	7	9	378
Operaciones de limpieza ineficientes	3	7	2	42
Malas prácticas de manipulación de alimentos	8	8	7	448
Malas condiciones de los contenedores de transporte	7	10	7	490

De entre las diversas causas identificadas, se han seleccionado cinco principales que tienen un impacto significativo en el problema: defectos en las condiciones de secado, condiciones climáticas adversas, operaciones de limpieza ineficientes, malas prácticas de manipulación de alimentos y malas condiciones de los contenedores de transporte. Utilizando la matriz causa-efecto y aplicando criterios de priorización, se determinaron las causas que se investigarán más a fondo utilizando la herramienta de los 5 porqués. Es así que se destacaron las causas de malas prácticas de manipulación de alimentos y malas condiciones de los contenedores de transporte debido a su mayor impacto ponderado (Tabla 4).

**Tabla 4***Análisis de los cinco porqués de los costos elevados de muestreo*

<b>Problema</b>	<b>Costos elevados de muestreo</b>	<b>Costos elevados de muestreo</b>
¿Por qué?	Malas prácticas de manipulación de alimentos	Malas condiciones de los contenedores de transporte
¿Por qué?	En circunstancias los operarios evaden algunas actividades de higiene	No se detectan defectos al momento de inspeccionar el contenedor
¿Por qué?	Consideran que algunas son exageradas e innecesarias	Los defectos son muy difíciles de distinguir
¿Por qué?	Desconocimiento de la importancia de cada actividad del proceso de higiene	El ambiente es muy oscuro en algunas partes del contenedor
¿Por qué?	Muchos operarios nuevos en cada inicio de temporada	No se cuenta con las herramientas de inspección adecuadas

Tras un análisis detallado de la primera causa seleccionada, se determinó que, debido a la naturaleza estacional de la producción, muchos operarios contratados temporalmente son nuevos y requieren un tiempo de entrenamiento para adaptarse a las medidas higiénicas de la planta y realizar su trabajo correctamente. Además, en el segundo análisis de la causa raíz, se encontró que la falta de herramientas de inspección adecuadas dificulta una evaluación adecuada de los contenedores de carga.

### **Búsqueda e implementación de mejoras**

En la fase de selección de soluciones del proceso DMAIC, se evaluaron opciones para abordar las causas raíz identificadas, priorizando la efectividad, facilidad de implementación y costo. Para la falta de estandarización en distribución, se recomendó reestructurar los procesos usando BPMN para definir responsabilidades y mejorar el flujo de trabajo. Durante el análisis de costos, se recopiló información sobre los gastos asociados a la producción y el transporte de lotes hacia la cámara de terceros para todos los productos fabricados en los primeros meses del año. A través del diagrama de Pareto y aplicando el principio del 80/20, se identificó que los costos de distribución representaban una parte significativa de los gastos operacionales. El análisis detallado permitió desglosar los costos relacionados con cría, transporte, procesamiento, suministros, materiales, mano de obra y distribución. Como resultado, se determinaron que los costos de distribución, valuados en 84,361 soles por lote, representaban aproximadamente el 80% de los costos más significativos, lo que llevó a centrar los esfuerzos de mejora en esta área.

Respecto a los problemas de comunicación, se implementó y se añadió en los procesos de la empresa una plataforma ágil de intercambio de información. Además, se propuso una planificación proactiva del personal y capacitación teórica-práctica. La fase de implementación incluyó mejoras estandarizadas en distribución, planificación, logística y almacenamiento, optimizando actividades clave para reducir costos y aumentar la eficiencia. Con respecto a las mejoras en tecnología de comunicación, se implementó el software Microsoft Teams como la nueva columna vertebral de la comunicación interna y



externa, lo que revolucionó la manera en que se intercambiaba la información dentro de la empresa. Finalmente, en las capacitaciones se introdujeron cambios en el procedimiento de requerimiento de personal, ampliando los plazos para una capacitación exhaustiva. Las sesiones de formación teórico-prácticas sobre buenas prácticas de fabricación y protocolos operacionales estandarizados se complementan con simulaciones higiénico-sanitarias para inculcar las prácticas correctas de manera efectiva y duradera.

### Verificación y estandarización de mejoras

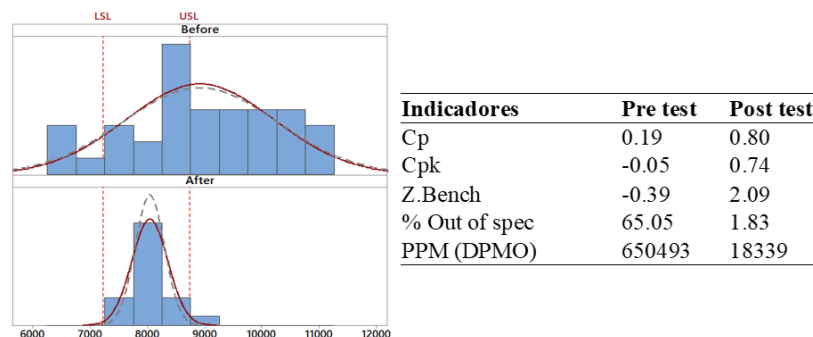
En esta etapa, nos enfocamos en verificar la efectividad de las medidas implementadas en la fase anterior. Empezamos evaluando la capacidad del proceso y determinando si hubo una mejora positiva o negativa. Además, realizamos un análisis del rendimiento del proceso utilizando cartas de control estadístico. Una vez confirmada la mejora, implementamos procesos para mantener estas medidas en el tiempo y asegurar su continuidad.

### Comparación de capacidad pre y post test

El primer paso implica verificar si el proceso está cumpliendo en mayor medida con las especificaciones.

**Figura 8**

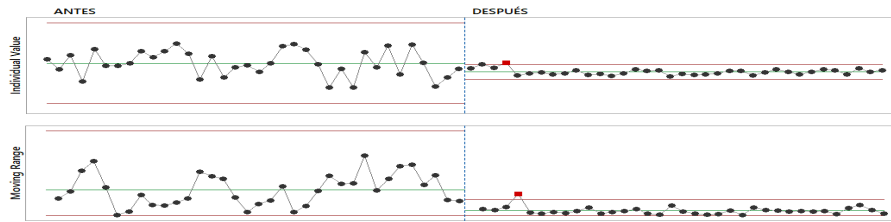
*Comparación gráfica de la capacidad pre y post test*



Los índices de capacidad del proceso muestran mejoras cuantitativas significativas. El índice Cp aumentó de 0.19 a 0.80 y el índice Cpk aumentó de 0.05 a 0.79, indicando una mejora sustancial en la capacidad del proceso para cumplir con los requisitos. Esto se refleja en el índice "Out of spec", que muestra que los costos están más alineados con las especificaciones. Además, el valor de PPMO ha disminuido, lo que indica una reducción en los errores del proceso. La comparación visual entre la capacidad del proceso antes y después de la implementación de la metodología muestra claramente una reducción en la variabilidad de los costos, lo que demuestra una mejor adaptación a las especificaciones de la empresa. De la misma manera se realizó la comparativa del desempeño del proceso antes y después de desarrollar la metodología DMAIC haciendo uso de las gráficas de control.

**Figura 9**

*Gráfico de control pre y post test*



Se aprecia una marcada reducción en la dispersión de los datos en ambos gráficos, lo que indica que el nuevo proceso es considerablemente menos variable en términos de los costos asociados con la distribución.

Una vez confirmada la mejora en la capacidad y desempeño del proceso, la fase de control resalta la importancia de establecer medidas para mantener estas mejoras a largo plazo. Por ello, se ha desarrollado un plan de control de mejoras que incluye puntos clave para asegurar la sostenibilidad de los avances logrados.

La investigación implementó mejoras en tres áreas clave. Primero, se definió el proceso de atención y llenado de pedidos, asignando responsables y diagramando en Bizagi Modeler para evitar omisiones. Segundo, se estableció un nuevo medio de comunicación, asegurando grabaciones y accesibilidad para reducir errores en el envío de archivos. Finalmente, se capacitó al personal en procesos clave, programando fechas en calendarios digitales para evitar olvidos.

**Contraste estadístico**

En esta etapa se hará uso de la estadística descriptiva e inferencial para determinar si existe una disminución real en los costos de distribución de la empresa. La Tabla 7 describe la prueba T-student para muestras individuales que se realizó a los datos pre y post test.

**Tabla 5**

*Análisis estadístico*

Prueba T	N	Mean	StDev	T-value
Pre test	36	8918	1293	0.000
Pos test	36	8042	215	

Los datos recolectados confirman esta predicción, evidenciando una disminución del promedio de costos de 8,819 a 8,042 soles, lo que cumple con el umbral del 10% establecido. Para evaluar la relevancia estadística de estos resultados, se realizó una prueba Z para muestras individuales. Los resultados indicaron una diferencia significativa entre las medias de las muestras pre y post implementación, con un valor p menor a 0.05, corroborando así la efectividad de las mejoras de proceso realizadas. Esta mejora no

solo es numéricamente significativa, sino que también es estadísticamente relevante, demostrando la validez de la metodología DMAIC para optimizar los procesos de distribución en la empresa.

## **DISCUSIÓN**

En el contexto de las plantas exportadoras de conchas de abanico, la aplicación del modelo DMAIC ha permitido realizar diagnósticos detallados que facilitan la mejora continua en la gestión de procesos. Este diagnóstico es esencial para identificar áreas de oportunidad y optimizar los recursos, como lo señalan estudios recientes sobre la importancia de una dirección estratégica adecuada y la gestión de costos en la industria acuícola (Gómez y Herrera, 2021). El análisis FODA, utilizado en conjunto con el modelo DMAIC, proporciona una visión clara sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que enfrenta la planta, permitiendo una mejora sustancial en sus procesos operativos y logísticos (Sánchez y Pérez, 2022). La identificación de áreas críticas en el manejo de los costos de distribución es clave, ya que contribuye a una planificación estratégica eficiente, alineada con los objetivos empresariales y las tendencias del mercado (Ramírez y Soto, 2020). Además, el enfoque en la eficiencia de las operaciones permite a las plantas exportadoras no solo reducir costos, sino también mejorar la calidad del producto, lo cual es esencial para cumplir con las exigentes regulaciones internacionales de seguridad alimentaria (Martínez y González, 2023).

En las plantas exportadoras de conchas de abanico, el análisis de Pareto continúa siendo una herramienta clave para identificar los principales generadores de costos. Estudios recientes confirman que los costos asociados al transporte a cámara de terceros y los muestreos microbiológicos representan un porcentaje significativo de las pérdidas operativas, especialmente debido a problemas de coordinación logística y control de calidad (Martínez y Gómez, 2021). El modelo DMAIC ha demostrado ser eficaz para abordar estas áreas críticas, optimizando los procesos logísticos mediante la mejora de la comunicación entre operadores logísticos y clientes, así como la implementación de controles más rigurosos en la cadena de frío para evitar fluctuaciones de temperatura que puedan comprometer la calidad del producto (Gómez et al., 2022).

De acuerdo con Pérez y Fernández (2021), la técnica de los "porqués" es una herramienta sencilla pero poderosa que, cuando se combina con otras metodologías como los diagramas de Ishikawa y Causa-efecto, permite realizar un análisis profundo y eficaz de los problemas en las plantas exportadoras de conchas de abanico. Según Martínez y García (2021), la frecuencia con la que se utiliza la pregunta "por qué" al aplicar el modelo DMAIC varía según la complejidad del problema a resolver, ya que permite profundizar en la identificación de causas raíz y, por ende, en la implementación de soluciones más efectivas. Lo expuesto por los autores fue corroborado al momento de hacer el análisis de los problemas a fin de dar con la causa raíz de los problemas tratados. Las soluciones determinadas para cada causa raíz

fueron sometidas a la herramienta de árbol de decisión para determinar su idoneidad con respecto a las posibilidades de la empresa. Cada solución fue ponderada tomando en cuenta la efectividad esperada, su facilidad de implementación y el costo total de implementación. El resultado fue la estandarización de los procesos de la empresa de forma detallada, usando el software bizagi. Por último, se determinó la necesidad de ampliar los tiempos de anticipación para requerimientos del personal por temporada; y cada inicio de temporada, debe contar con una capacitación teórico-práctica de las actividades de aseo para asegurar la inocuidad el producto final.

Los resultados del proyecto de mejora mostraron un cambio notable y positivo para la empresa, ya que esta cumple de forma más precisa el límite de costos que debe gastar para la distribución (Figura 8), además en global se ha podido determinar que los costos de distribución no solo son estadísticamente más estables (Tabla 7) sino que en promedio son 10% menos que los costos antes de la mejora. Este resultado es consistente con los hallazgos de otras investigaciones que aplicaron el modelo DMAIC para la mejora de procesos. Por ejemplo, Pérez et al. (2021) lograron reducir los costos operativos en un 12.8% y aumentaron la eficiencia de sus procesos en un 18.3% en plantas de alimentos acuáticos mediante la implementación de DMAIC. Igualmente, Rodríguez y López (2022) reportaron una mejora del 20% en la productividad y una reducción significativa de costos en sus procesos productivos aplicando la misma metodología.

## **CONCLUSIONES**

Se evaluó el impacto de la metodología DMAIC en una empresa líder del sector acuícola, específicamente en lo que respecta a los costos de distribución. Los resultados arrojaron una significativa reducción del 10% en dichos costos, con la adicional ventaja de haber disminuido su variabilidad y mejorado la capacidad del proceso para alinearse con los parámetros económicos establecidos.

El análisis inicial de los procesos de distribución se basó en los costos asociados, revelando un aumento del promedio de costos de un año a otro.

Se llevó a cabo una identificación detallada de las actividades y secuencias de distribución, así como de los costos asociados a cada una, recopilando información clave de los registros de costos para el análisis de causas y la identificación de soluciones.

La aplicación de DMAIC midieron las condiciones actuales del proceso utilizando herramientas como hojas de recolección de datos, diagramas de Pareto y análisis de capacidad. La fase de análisis profundizó en los datos para descubrir que la falta de estandarización, deficiencias en la comunicación y la alta rotación de personal eran causas fundamentales de la ineficiencia en costos.

Se propusieron y seleccionaron soluciones dirigidas a estas causas raíz, optando por las más adecuadas para la realidad operativa de la organización. Se midieron los efectos de estas soluciones en la capacidad y desempeño del proceso mejorado, lo que demostró una mejora sustancial en la estabilidad y la conformidad con las especificaciones del proceso. El estudio concluyó con la implementación de un plan de control para asegurar la perdurabilidad de las mejoras aplicadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Desai, P., y Pandit, H. (2023). Quality Improvement Tools for Casting Defects in Foundry. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 13(6), 130-134. DOI: 10.9790/9622-1306130134
- Gómez, J., y Herrera, M. (2021). *Mejoras operativas en plantas acuícolas mediante DMAIC: Un enfoque de eficiencia en la exportación de conchas de abanico*. *Revista de Acuicultura y Pesca*, 27(3), 198-212.
- Gómez, J., Ramírez, A., y Martínez, R. (2022). *Aplicación de DMAIC para la optimización logística en plantas exportadoras de productos acuícolas*. *Revista de gestión de la cadena de suministro*, 34(2), 112-129.
- Hala, A. F., Chougule, K., Cunha, M. E., Caria, M. M., Oliveira, I., Bradley, T., ... y Galileu, S. L. (2024). Life cycle assessment of integrated multi-trophic aquaculture: A review on methodology and challenges for its sustainability evaluation. *Aquaculture*, 741035. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741035>
- Karwande, R. L., Bhosle, S. P., y Ambad, P. M. (2023, May). A Review of Six Sigma Approach to Enhance Performance in Manufacturing Industries. *In International Conference on Applications of Machine Intelligence and Data Analytics (ICAMIDA 2022)* (pp. 654-663). Atlantis Press. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-136-4\\_56](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-136-4_56)
- Martínez, P., y García, R. (2021). *La importancia del análisis de causas raíz en el modelo DMAIC: Aplicaciones en la industria acuícola*. *Revista de mejora de procesos*, 24(3), 97-110.
- Martínez, P., y Gómez, S. (2021). *Impacto del transporte y los costos logísticos en la exportación de conchas de abanico*. *Revisión del negocio de la acuicultura*, 28(1), 78-93.
- Martínez, A., y González, C. (2023). *Optimización logística en la industria de la acuicultura: El rol de DMAIC en la exportación de productos del mar*. *Revista de Calidad y Logística de los Alimentos*, 31(1), 74-85.
- Pérez, A., y Fernández, L. (2021). *Análisis de causas raíz en plantas exportadoras de conchas de abanico mediante el uso de los "porqués" y diagramas de Ishikawa*. *Revista de mejora de procesos*, 28(1), 47-60.
- Pérez, E., Martínez, R., y Ramírez, F. (2022). *Impacto de DMAIC en la mejora de la calidad y eficiencia en plantas exportadoras de conchas de abanico*. *Revista de Gestión de la Acuicultura*, 19(4), 112-129.
- Ramírez, L., y Soto, P. (2020). *Impacto del modelo DMAIC en la sostenibilidad de plantas acuícolas exportadoras*. *Control de calidad y seguridad alimentaria*, 28(3), 105-118.
- Rathore, R., y Patidar, P. (2021). A Review of Six Sigma DMAIC Methodology, Implementation and Future Research in the Manufacturing Sector. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 8(01), 5.

- Rodríguez, J., y López, M. (2022). *Mejoras en la producción de alimentos acuáticos mediante el enfoque DMAIC: Un caso en la industria pesquera*. Revista de optimización de procesos, 18(4), 89-103.
- Trimarjoko, A., Hardi Purba, H., y Nindiani, A. (2020). Consistency of DMAIC phases implementation on Six Sigma method in manufacturing and service industry: a literature review. *Management and Production Engineering Review* 11(4). DOI: 10.24425/mper.2020.136118
- Sadikin, M. A. (2023). Defect Reduction in The Manufacturing Industry: Systematic Literature Review. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 5(2), 73-83. <https://doi.org/10.24002/ijieem.v5i2.7495>
- Sánchez, R., y Pérez, L. (2022). *Análisis FODA y su aplicación en la mejora de procesos en plantas de conchas de abanico*. Revista de mejora de procesos de negocio, 19(2), 77-93.
- Van Riel, A. J., Nederlof, M. A., Chary, K., Wiegertjes, G. F., y de Boer, I. J. (2023). Feed-food competition in global aquaculture: Current trends and prospects. *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 1142-1158. <https://doi.org/10.1111/raq.12804>
- Widodo, A., y Soediantono, D. (2022). Benefits of the six-sigma method (dmaic) and implementation suggestion in the defense industry: A literature review. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(3), 1-12. <https://doi.org/10.5555/ijosmas.v3i3.138>