



Conciencia Tecnológica  
ISSN: 1405-5597  
contec@mail.ita.mx  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
México

# Mejora en el Tiempo de Respuesta Mediante Simulación de Inventarios en una Microempresa Familiar

---

**Ramírez-Campos, Martín Adrián; Pérez-Rodríguez, Ricardo; Silva-Olvera, María de los Ángeles**  
Mejora en el Tiempo de Respuesta Mediante Simulación de Inventarios en una Microempresa Familiar  
Conciencia Tecnológica, núm. 64, 2022  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México  
**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94474222002>

## Mejora en el Tiempo de Respuesta Mediante Simulación de Inventarios en una Microempresa Familiar

*Improvement in Response Time through Inventory Simulation in a Family Micro-Enterprise*

Martín Adrián Ramírez-Campos <sup>1</sup>  
Tecnológico Nacional de México, México

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94474222002>

Ricardo Pérez-Rodríguez <sup>2</sup>  
Universidad Autónoma de Querétaro, México  
dr.ricardo.perez.rodriguez@gmail.com

María de los Ángeles Silva-Olvera <sup>1</sup>  
Tecnológico Nacional de México, México  
maria.so@aguascalientes.tecnm.mx

Recepción: 16 Diciembre 2021  
Aprobación: 21 Octubre 2022

### RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es implementar un sistema de inventario mediante simulación para disminuir el tiempo de entrega de producto al cliente y con ello, mejorar el servicio y la atención. El sujeto de estudio es una microempresa familiar situada en el municipio de Aguascalientes, México que, al considerarse dentro del grupo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs), adolece en muchos sentidos de una fortaleza organizacional y financiera y, por otra parte, aprovecha ventajas de un mercado fuera de vista de las grandes empresas. Se diseñó un procedimiento para recabar la información necesaria con respecto a los tiempos de entrega real y corroborar la necesidad de implementar una política de inventarios mediante simulación. Para la metodología se realizó la medición y el registro de tiempos, así como los niveles de inventarios, se analizaron los registros históricos de ventas, se caracterizó el tipo de inventario requerido, posteriormente se aplicó la política y simulación de inventarios para finalmente comparar los resultados antes y después. Los resultados obtenidos contrastan dos situaciones: antes y después de contar con un sistema de inventario, mejorando en 16% la respuesta al cliente y obteniendo un mejor control de las materias primas y producto terminado.

**PALABRAS CLAVE:** Inventario, simulación, tiempo de entrega, servicio y MiPyMEs.

### ABSTRACT:

The objective of this work is to implement an inventory system through simulation to reduce the delivery time of the product to the customer and thereby improve service and attention. The subject of study is a family micro-business located in the municipality of Aguascalientes, Mexico that, when considered within the group of Micro, Small and Medium Enterprises (MiPyMEs), suffers in many ways from an organizational and financial strength and, on the other hand, take advantage of a market out of sight of large companies. A procedure was designed to gather the necessary information regarding the actual delivery times and corroborate the need to implement an inventory policy through simulation. For the methodology, the measurement and recording of times was carried out, as well as the inventory levels, the historical sales records were analyzed, the type of inventory required was

---

### NOTAS DE AUTOR

1 Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes, Maestría en Gestión Administrativa, Adolfo López Mateos núm. 1801, Ote., Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., México. +52 449 9105002, ext. 127.

2 Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Edificio Multidisciplinario (planta baja), Campus Aeropuerto, Carretera a Chichimequillas s/n, Ejido Bolaños, C.P. 76140, Querétaro, Qro.

1 Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes, Maestría en Gestión Administrativa, Adolfo López Mateos núm. 1801, Ote., Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., México. +52 449 9105002, ext. 127.

dr.ricardo.perez.rodriguez@gmail.com

characterized, then the policy and inventory simulation were applied to finally compare the results before and after. The results obtained contrast two situations: before and after having an inventory system, improving customer response by 16% and obtaining better control of raw materials and finished product.

**KEYWORDS:** Inventory, simulation, delivery time, service, MSMEs.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la República Mexicana, las MiPyMEs constituyen un importante espacio del mercado, ya que representan al 97.6% de las empresas en el país y el 75.6% del personal ocupado. De las microempresas establecidas en México, el 74.5% no utiliza equipo de cómputo y el 73.4% no usa internet. Claramente se puede observar una gran área de oportunidad en los pequeños negocios y es, quizá, una de las causas de que muchos de estos proyectos no superen los 2 años de antigüedad. INEGI [1].

En esta investigación se exponen los antecedentes de las necesidades y competencias que requiere una microempresa familiar situada en la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes, México, y por lo cual se decidió abordar la necesidad de implementar la simulación de inventarios para mejorar el tiempo de respuesta hacia el cliente. Asimismo, se plantea la principal pregunta de investigación: ¿La simulación de inventarios de materia prima y su correspondiente implementación permite mejorar el tiempo de respuesta para la entrega de producto terminado a los clientes?, de la cual se derivan los objetivos y las hipótesis.

Se aborda el contexto de la empresa y los factores que influyen para un desempeño ideal. En su mayoría, las MiPyMEs del estado de Aguascalientes y en general los estados de la República Mexicana se desarrollan en el sector comercial, debido a la viabilidad de emprender una idea con muy pocos recursos humanos y económicos, sin embargo, el sector de manufactura representa una parte fundamental en el ciclo de un producto al transformar insumos en bienes que llegan al consumidor final.

Se hace mención del diseño metodológico, donde se define el tipo de estudio que se llevó a cabo y el proceso para la obtención y el tratamiento de los datos necesarios.

Por último, se muestran los resultados obtenidos de la investigación realizada en una primer instancia de octubre de 2020 a agosto de 2021, mostrando la diferencia de los tiempos de entrega antes y después de la implementación de la simulación de inventarios. Posteriormente, y se presentan las conclusiones de las modificaciones instaladas, las ventajas y desventajas, así como las investigaciones que se derivaron a la postre.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Según Chase *et al.* [2], “inventario son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos”.

Para Durán [3] “el inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar, permitiendo la compra y venta o la fabricación para su posterior venta, en un periodo económico determinado. Su propósito fundamental es proveer a la empresa de materiales necesarios para su continuo y regular desenvolvimiento”.

El inventario representa una parte fundamental en la gestión de un negocio, ya que constituye una parte importante de los activos de una empresa, sostiene una relación estrecha entre el departamento de producción y el de ventas. Además, dicho activo corriente debe ser manejado cautelosamente, con el objetivo de que la empresa no pierda volumen de liquidez, según Díaz (2012, citado por Durán) [3].

Para Cruz-Fernández [4], los objetivos del inventario son:

- Reducir riesgos, manteniendo *stocks* de seguridad.
- Reducir costos de procesos, programando las actividades.

- Reducir variaciones ocasionadas por la oferta y la demanda.
- Reducir costos de transporte.

El método ABC, también conocido como regla 80/20, permite visualizar y determinar de forma muy sencilla cuáles son los productos de mayor valor en el almacén, permitiendo tomar decisiones más eficientes y gestionar de mejor forma los recursos, según Cruz-Fernández [4].

Heizer y Render (2011, citados por Montenegro-López) [5] mencionan que el análisis ABC es una aplicación del Principio de Pareto en los inventarios, cuyo principio establece que los artículos más importantes se concentran en la minoría y, por el contrario, la mayoría de los artículos no representan tal importancia. Esto sugiere realizar un mejor seguimiento en productos con mayor importancia.

Alvarado-Samayoa [6] propone algunos de los costos que se derivan del inventario, algunos pueden ser:

- Costos de pedido: Principalmente son costos administrativos que están relacionados al realizar un pedido como, costos de transportación, gestión de los proveedores, seguros vehiculares, entre otros. Todos en función de la cantidad de insumos.
- Costos de almacenamiento: Costos generados de mantener existencias en un almacén o bodega. Así mismo, representan costos administrativos como el personal encargado del almacén para llevar a cabo la gestión y el control de los inventarios. Adicionalmente, existen otros costos como la depreciación financiera con respecto a los intereses de los capitales invertidos en las existencias del almacén.
- Costos de ruptura de stock: Costos generados cuando la empresa no cuenta con existencias suficientes para abastecer un proceso interno o incluso para entregar un producto terminado al cliente.
- Costos de adquisición: Costos generados de comprar insumos o materias primas a los proveedores, considerando la demanda estimada y el precio de compra.

Para García-Dunna *et al.* [7] “la simulación es una forma de estudiar los procesos aleatorios, los cuales se encuentran prácticamente en todas las operaciones de sistemas de producción y servicios”.

Como se menciona anteriormente, la simulación es una herramienta de trabajo que permite tomar decisiones y mejorar procesos, sin embargo, se deben considerar sus ventajas y desventajas antes de decidir si la simulación es la correcta para solucionar algún problema en específico.

Las principales metodologías de simulación que Garriga-Garzón [8] establece son las siguientes:

a) Simulación continua. Consiste en un sistema formado por ecuaciones en función del tiempo y en forma continua.

b) Simulación por eventos discretos. A diferencia de la simulación continua, el tiempo no influye sobre el sistema, sino que el tiempo de simulación avanza entre cada evento. Las entidades o elementos de interés del sistema cambian en función de los eventos.

c) Simulación basada en agentes. Basada en entidades individuales o agentes que interactúan con otros en un mismo sistema. A pesar de existir reglas que restringen a los agentes, estos poseen cierta autonomía que dificultan precisar la dinámica del modelo y la información es obtenida a través de la interacción de los agentes.

d) Simulación estado/acción. Sistema modelado a partir de la interacción de un grupo de estados discretos, dependiendo del último estado o anterior.

e) Simulación Montecarlo. Se basa en la aleatoriedad y el uso de números aleatorios, sin que influya el tiempo. Cada resultado de una simulación representa una observación. Cada observación y el conjunto de ellas simboliza la posibilidad de que sucedan.

## Localización del área de estudio

La organización en estudio es una microempresa familiar instalada en el municipio de Aguascalientes, dedicada a la elaboración y comercialización de productos químicos para el cuidado y detallado de autos (productos desengrasantes, detergentes líquidos, abrillantadores, desincrustantes, aromatizantes, cera para carrocerías y accesorios complementarios).

La microempresa familiar está compuesta por tres trabajadores, por lo que todas las funciones de la empresa se dividen en tres áreas básicas: Ventas, Producción y Administración (figura 1). Cada trabajador tiene a su cargo un área, sin embargo, todos participan y se desempeñan en todos los departamentos, creando una sinergia interesante, ya que los trabajadores cuentan con los conocimientos básicos de todas las actividades de la empresa, complementando y salvaguardando el funcionamiento diario del negocio en caso de que algún miembro se ausente.



FIGURA 1.  
Departamentos de la empresa  
Fuente: Elaboración propia

## Organigrama

La estructura interna de la organización consta a su vez de tres puestos: el gerente general, quien se encarga de tomar las decisiones y el rumbo de la empresa, además de ser el responsable del departamento de ventas y la distribución de los productos. El encargado administrativo, quien lleva a cabo los procesos de facturación, captura de datos, generación de rutas de reparto y cobranza, además de apoyar en las actividades del proceso productivo. Por último, el encargado de producción, quien atiende la elaboración de los productos y proporciona apoyo en el departamento de venta y entrega de pedidos cuando se requiere.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Medición y registro de tiempos de entrega

Después de haber planteado el problema, se realizó un formato para registrar los tiempos de entrega al cliente de los pedidos que involucraron el producto P1 en el último trimestre del año 2019, para determinar la eficiencia de la entrega de los pedidos antes de implementar una política de inventarios que se ajuste a las necesidades de la empresa. La tabla consta de seis columnas: hora de pedido, cliente, productos que conforman el pedido, hora de entrega, tiempo de entrega establecido y tiempo de entrega real.

Para el registro de datos se consideraron todos los pedidos que se realizaron a la empresa, aunque en estos no estuviera presente el producto objetivo de la investigación, con la finalidad de establecer una base de datos con los demás productos para analizar su comportamiento en un futuro y aplicar una política de inventario por medio de simulación para cada artículo.

## Medición de niveles de inventario

Anteriormente, la empresa no implementaba algún modelo de registro o conteo establecido de las existencias de materia prima o producto terminado; todas las decisiones para determinar si el nivel del *stock* era insuficiente se tomaban en función de la experiencia que se tenía de la frecuencia en que cada cliente realizaba un pedido, aunado a la solicitud de pedidos extraordinarios que, por observación de las existencias, no cubrían la demanda en ese momento.

Por tal motivo, se midió el nivel de las existencias del producto P1 durante algunos días antes de establecer algún criterio del inventario para observar el comportamiento del *stock*. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de lo comentado anteriormente. Considerando que la producción de cada lote de P1 es de 200 litros, se puede concluir que en los días con niveles superiores a dicha cifra o cuando muestra un aumento en las existencias se llevó a cabo la elaboración de un lote.

Al mostrar los datos una gráfica, se puede apreciar de mejor forma el comportamiento del inventario hasta ese momento (figura 2). Cabe señalar que este fragmento no representa el comportamiento cotidiano del nivel de existencias de P1.

En la gráfica se aprecia que por momentos puede tener una similitud con el modelo de punto de pedido, al mostrar picos de niveles máximos y mínimos, sin embargo, no cuenta con un criterio definido que establezca los límites del *stock* o el punto de reorden.

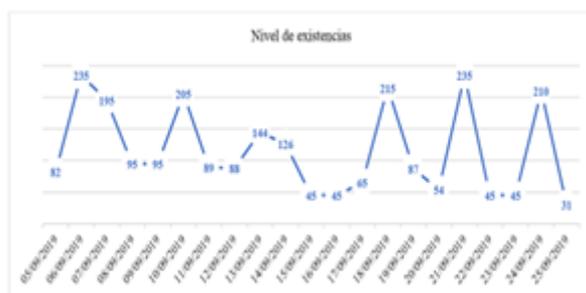


FIGURA 2.  
Muestra del nivel de existencias de P1

Fuente: Elaboración propia

## Registro del histórico de ventas

Para llevar a cabo una simulación de inventario y los criterios que este pudiese tener, era importante contar con los antecedentes de las ventas para partir de datos reales, importantes para la simulación y el comportamiento que puede tener. La empresa contaba con registros completos de los históricos de las ventas desde el año 2016 y para ello se revisó desde el primer día de ese año hasta el mes de agosto de 2019. La recolección de datos sobre las ventas de P1 se realizó por día, para obtener el comportamiento diario del *stock* de productos.

## Caracterización del inventario

En un principio, se definió el producto sobre el que se aplicará el inventario; en este caso, el producto P1. Considerando que el destino del producto es el consumidor final y no es parte del proceso de otro producto, la demanda del artículo P1 es independiente.

La gestión del inventario que se maneja en la empresa es a través de la clasificación ABC, enfocando la atención en los productos que representan el mayor porcentaje en ventas para la empresa, en este caso el artículo P1.

## Aplicación de política de inventario

Después de caracterizar el tipo de inventario, se definieron los parámetros que debe tener para cumplir con un nivel de existencias suficiente que satisfaga la demanda promedio diaria y, al mismo tiempo, mantener el *stock* en la menor cantidad posible, para evitar que el flujo de efectivo de la empresa disminuya al poseer gran parte del capital en el almacén.

## Modelos de simulación de inventario

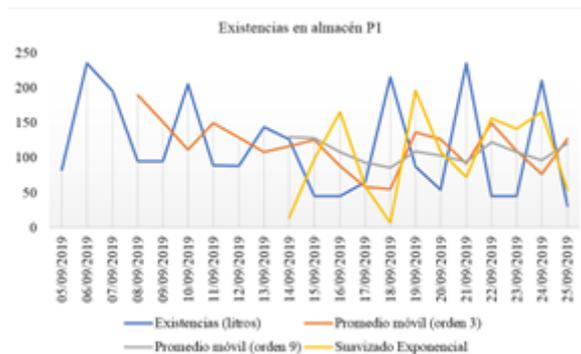
En esta instancia, se aplicaron algunos modelos de pronóstico según su principio y se observó cuál de todos presentaba el menor porcentaje de error. Se decidió utilizar los modelos de promedio móvil ponderado de orden 3, promedio móvil ponderado de orden 9, suavizado exponencial y simulación Montecarlo. Es necesario destacar la diferencia entre la simulación Montecarlo y las demás, ya que para llevar a cabo ese pronóstico se requieren de otros factores que son definidos con la política de inventario.

Al analizar los pronósticos, se observó una diferencia significativa en los valores obtenidos en comparación con las existencias reales, como se puede ver en la figura 3. Para reducir lo más posible la diferencia de los pronósticos de promedio móvil (orden 3 y orden 9) se ponderaron los valores del 1 al 3 y del 1 al 9, respectivamente, para asignarles mayor importancia a los datos que fuesen los más próximos al valor que se calculó, sin embargo, las proyecciones continuaron alejadas de los valores reales.

En el caso del modelo de suavizado exponencial, muestra una tendencia más parecida al comportamiento en forma de “sierra” que debe mostrar el *stock*, sin embargo, presenta variaciones importantes de igual modo.

Para tomar una decisión sobre qué modelo de pronóstico era la mejor opción, se calculó el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), un indicador que muestra el desempeño de cada modelo de pronóstico de inventario propuesto, el cual consiste en medir el error absoluto de forma porcentual y se obtiene al obtener la sumatoria del error porcentual y dividirlo entre el número de datos (n).

El resultado indica que la técnica de promedio móvil de orden 3 arrojó un 75% de error con respecto a las existencias reales. Por su parte, el promedio móvil de orden 9 obtuvo 72% de error y el pronóstico suavizado exponencial, 92% de error, siendo el que mayor error presentó. De esta manera, quedó claro que utilizar cualquiera de estos tres modelos de pronóstico representa un gran riesgo para la empresa, al ser tan variables las estimaciones del inventario y esto afectaría directamente en la situación económica de la empresa en dos escenarios posibles: un nivel insuficiente de existencias para la demanda de productos que provocaría insatisfacción y hasta pérdida de clientes, o una sobresaturación del *stock* que se traduce en pérdida de flujo de efectivo para la empresa y gastos de almacenaje.



**FIGURA 3.**  
Gráfica con diferentes modelos de pronósticos del inventario de P1.  
Fuente: Elaboración propia.

### Tiempos de entrega: antes vs. Después

Para esta etapa, se compararon los tiempos de entrega de los pedidos donde se involucra el producto P1 antes de aplicar una política de inventarios contra los tiempos de entrega posterior a la implementación de la mejora, para determinar si la hipótesis planteada se acepta o se rechaza.

### RESULTADOS

#### Datos de los tiempos de entrega

Con el formato realizado previamente se comenzaron a tomar registros de los pedidos generados y se consiguió obtener 65 registros de tiempos de entrega en un periodo de 33 días. Posteriormente, se dividieron los tiempos por producto involucrado en cada pedido y se observó que el P1 aparece en casi 68% de los pedidos generados.

En la figura 7 aparecen los tiempos de retraso de los productos solicitados en los pedidos de la primera muestra obtenida. Los tiempos registrados en color rojo representan un tiempo negativo, equivalente a un tiempo de retraso, posterior al acordado entre el cliente y la empresa. Por otra parte, los tiempos en color azul indican un tiempo positivo y, por lo tanto, un adelanto o anticipo en el tiempo pactado.

Los registros se realizan a todos los pedidos sin excepción por la necesidad de contar con registros que anteriormente no se realizaban, sin embargo, la investigación se está enfocando al producto P1, posteriormente se aplicará de manera gradual a los artículos restantes en función de su importancia.

Al analizar los tiempos del artículo P1 se determinó que solo el 25% de los pedidos en los que se encontraba presente dicho producto se entregaron en un tiempo igual o menor al establecido. Por lo tanto, existe un área de mejora considerable.

#### Registro del histórico de ventas

Se llevó a cabo el registro histórico del volumen de ventas del producto P1 en un periodo de 32 meses para obtener un promedio mensual y diario. Este dato fue necesario para el cálculo de la simulación Montecarlo y establecer las cantidades vendidas por día para determinar los niveles máximos y mínimos de existencias de P1 en el almacén.

## Caracterización del inventario

Para determinar el tipo de política de inventarios y el modelo de simulación que se puede adaptar a este estudio de caso es necesario conocer sus características.

Se establece que el inventario tiende a usar una clasificación ABC, por lo tanto, la investigación se especifica en un solo producto (P1) que representa casi el 70% de las ventas de la empresa. Así mismo, el producto se comporta con una demanda independiente, al ser directamente elaborado para el consumidor final.

Aunado a las características ya establecidas, el modelo de inventario que más se ajusta al proceso es el *punto de pedido*, considerando un nivel mínimo de *stock* de materias primas y producto terminado, en función del tiempo que requiere el proveedor en entregar los insumos. También tiene que contar con un punto máximo de *stock* debido a que los recursos financieros de la empresa invertidos en el almacén deben ser los mínimos posibles por los costos generados y, además, el espacio destinado a almacén es limitado.

De tal modo, se establecieron los siguientes parámetros mostrados en la tabla 1:

TABLA 1.  
Parámetros del inventario para P1.

Parámetros del inventario	Litros
Consumo mínimo diario	31
Consumo medio diario	67
Consumo máximo diario	143
Existencia mínima	92
Existencia máxima	400

Fuente: Elaboración propia.

## Método de simulación Montecarlo

Una de las opciones que se consideraron fue simulación Montecarlo. En la tabla 1 se muestran los datos necesarios para aplicar este modelo, tales como el punto de reorden, niveles de *stock* máximos y mínimos, y la cantidad requerida de materiales al proveedor, determinados anteriormente por la política de inventarios ya propuesta.

En la figura 4 se muestra la simulación Montecarlo después de 60 iteraciones del modelo. Cada una de las iteraciones representa el promedio del nivel de stock de producto P1 en 60 días, mostrando una aproximación del nivel de existencias.

Así mismo, se observó que la gráfica presenta una tendencia en forma de “sierra”, característica del modelo de *punto de orden*; al llegar el *stock* al nivel mínimo establecido en la política de inventario, se genera una orden para suministrar de nueva cuenta más existencias de P1 en el almacén, de tal forma que no exista un desabasto de artículos y un retraso al momento de entregar los pedidos para los clientes.



FIGURA 4.  
Gráfica de simulación Montecarlo del inventario de P1.  
Fuente: Elaboración propia.

Mediante la herramienta de registro de tiempos y posteriormente, al hacer un diagnóstico de la eficiencia en los tiempos de entrega acordados con respecto al tiempo de entrega real en pedidos donde estaba involucrado el producto con mayor demanda (P1), se obtuvo un 30% de eficiencia, en otras palabras, 3 de cada 10 pedidos se entregaron antes o justo a tiempo. Este es un parámetro muy importante, tomando en cuenta la filosofía de la empresa, cuyo negocio se centra en la satisfacción al cliente, tanto en el producto como en el servicio. Para esta etapa de diagnóstico se recabaron 84 datos con el procedimiento diseñado, donde se toman los valores necesarios.

Por medio de la implementación de una política de inventarios que se ajusta en función de la demanda promedio a través del comportamiento de las ventas de P1 y la simulación del inventario con los parámetros definidos, se logró mejorar el tiempo de entrega de los pedidos que involucraron el artículo P1, aumentando en 16% los pedidos que se entregaron a tiempo, obteniendo un 46% de eficiencia contra un 54% de pedidos a destiempo, como se muestra en la tabla 6.

Se ingresaron los datos obtenidos a Minitab y se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 2. Se observó una reducción del 46% en la media de los tiempos de entrega que tuvieron una política de inventario definida, así como la simulación del inventario. Esto refleja una disminución en el tiempo promedio que se empleó en el reparto, cerca de 29 minutos por pedido.

Sin embargo, la desviación estándar después del experimento mostró una disminución del 4% con respecto a los datos anteriores a la prueba, debido a que algunos valores (tiempos de entrega real) se desprendieron demasiado de los tiempos establecidos en un principio con el cliente, como se puede observar en la tabla 2.

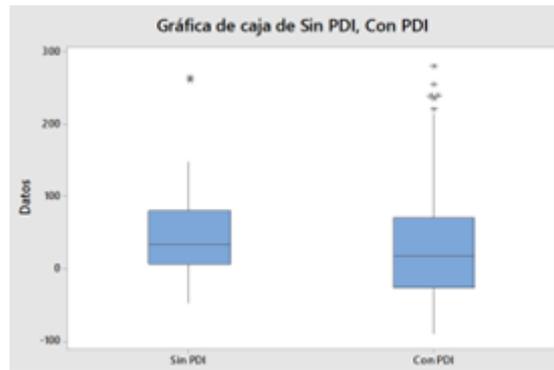
TABLA 2.  
Estadísticos descriptivos: Sin PDI: Sin Política de Inventario; Con PDI: Con Política de Inventario.

Variable	N	Media	Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo
Sin PDI	84	52.35	82.3	6773.26	-75	429
Con PDI	132	28.24	78.97	6236.38	-90	280

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se presenta la comparación de los resultados de los tiempos de entrega antes y después de aplicar una política y simulación de inventarios para el producto P1, a través de una gráfica de caja y bigote realizada en Minitab. Tras aplicar la solución elegida se muestra una mejora con respecto al estado anterior, ya que la mayoría de los tiempos se concentran cerca del tiempo de entrega óptimo (cero).

Así mismo, también se observan más datos atípicos que sobresalen del concentrado de datos, dejando muestra de pedidos que se entregaron con bastante tiempo de retraso con respecto a la media en general, generando un riesgo de cancelación de pedido y pérdida de confianza del cliente.



**FIGURA 5.**  
Gráfica de caja y bigote de tiempos de entrega; antes vs. después.  
Fuente: Elaboración propia.

### Prueba T e IC de dos muestras: sin PDI, con PDI

#### Método

$\mu_1$ : media de sin PDI  
 $\mu_2$ : media de con PDI  
 Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

#### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
sin PDI	84	52.3	82.3	9.0
con PDI	132	28.2	79.0	6.9

#### Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 90% para la diferencia
24.1	(5.4, 42.8)

#### Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor T	GL	Valor p
2.13	171	0.034

**FIGURA 6.**  
Diferencia de medias de las muestras de los tiempos de entrega antes y después de aplicar simulación y política de inventarios.  
Fuente: Elaboración propia.

Aunado a los resultados obtenidos, se aplicó un análisis estadístico de diferencia de medias con un intervalo de confianza de 95%. Al realizar la prueba a través de Minitab, se rechazó la hipótesis nula y con ello se confirma que sí existe una diferencia significativa entre las medias de los tiempos de entrega tras implementar una simulación y política de inventarios, ya que el intervalo de confianza no incluye al cero, como se puede observar en la figura 6.

## DISCUSIÓN

Al observar los resultados obtenidos son evidentes las mejoras y beneficios que conlleva aplicar herramientas estadísticas para prever situaciones futuras y estar preparado para manejarlas de la mejor manera.

Así mismo, Alvarado-Samayoa [6] menciona algunos de los beneficios que conlleva mantener un control de los inventarios, como son:

- Mejoras en los procesos.
- Mejora en el servicio al cliente.
- Mejor control y gestión de las existencias.
- Preservar y aumentar la cantidad de clientes.
- Disminuir costos y quejas.

Además, Montenegro-López [5] establece que la simulación Montecarlo si bien no es exacta, permite visualizar con gran aproximación al sistema real, siendo una gran herramienta para realizar pronósticos. Dichos argumentos coinciden con lo aplicado en el objeto de estudio, corroborando lo establecido por los autores.

## CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en la investigación y la recolección de datos, comparando dos escenarios diferentes, es claramente visible el impacto positivo que conlleva aplicar herramientas estadísticas para prever la demanda de productos y así preparar las condiciones necesarias para evitar retrasos en la entrega de los productos al cliente.

Previo a aplicar una política de inventarios, la eficiencia con respecto a la entrega de los pedidos que involucraron el producto P1 en el tiempo acordado era del 30%. Tras aplicar la mejora, se obtuvo un 46%, lo que representa un aumento del 16% en la eficiencia. Estos resultados parten de aplicar una política y simulación de inventarios al proceso que corresponde al producto P1, que representa más del 50% de las ventas totales del negocio y por tal motivo se eligió ese producto para realizar la investigación.

Es importante remarcar que para este proyecto no se requirió hacer algún gasto o compra adicional de los ya contemplados en la planeación diaria, ya que la empresa contaba con equipos de trabajo e infraestructura suficientes, como computadoras con software básico para realizar hojas de cálculo y llevar a cabo los registros de la empresa, personal suficiente para satisfacer la demanda, vehículos de reparto y el capital financiero mínimo para abastecer el almacén en función del espacio que se destinó para ello.

Esto habla de que se utilizaron todos los recursos ya existentes y se aprovecharon de mejor manera a través de herramientas estadísticas que optimizaron los procesos de compra de materia prima, existencias de producto terminado en almacén y con esto se redujeron los tiempos de entrega del producto P1 al cliente.

Se recomienda aplicar y desarrollar una política y simulación de inventarios para cada uno de los productos con el objetivo de mejorar aún más los tiempos de entrega todos los pedidos. También es necesario controlar constantemente los niveles de existencia de todos los productos, cuidando el punto de orden y monitorearlo, ya que puede cambiar en función de la demanda.

## REFERENCIAS

- [1] INEGI, *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2015*, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enaproce/2015/doc/ENAPROCE\\_15.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enaproce/2015/doc/ENAPROCE_15.pdf), visitado el 26 de marzo de 2019.

- [2] Chase R.B., Jacobs F.R., & Aquilano N.J., (2009), *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*, McGraw Hill (México).
- [3] Durán Y., (2012), *Administración del inventario: elemento clave para la optimización de utilidades en las empresas*, Año 11, No. 1, p. 55-78.
- [4] Cruz-Fernández A., (2018), *Gestión de inventarios. COML0210*. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=s1cpEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Cruz-Fern%C3%A1ndez+A.,+\(2018\),+Gesti%C3%B3n+de+inventarios.+COML0210.+IC+Editorial.&ots=mCeloN8UTy&sig=2\\_oWrlnR7bh3qE2x-eeipSYxLgQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Cruz-Fern%C3%A1ndez%20A.%20\(2018\)%20Gesti%C3%B3n%20de%20inventarios.%20COML0210.%20IC%20Editorial.&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=s1cpEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Cruz-Fern%C3%A1ndez+A.,+(2018),+Gesti%C3%B3n+de+inventarios.+COML0210.+IC+Editorial.&ots=mCeloN8UTy&sig=2_oWrlnR7bh3qE2x-eeipSYxLgQ&redir_esc=y#v=onepage&q=Cruz-Fern%C3%A1ndez%20A.%20(2018)%20Gesti%C3%B3n%20de%20inventarios.%20COML0210.%20IC%20Editorial.&f=false), visitado el 31 de mayo de 2020
- [5] Montenegro-López R., (2011), *Diseño e implementación de un sistema de inventarios, aplicando simulación montecarlo, en una empresa de servicios petroleros*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7871/3/CD-3478.pdf>, visitado el 20 de febrero de 2020
- [6] Alvarado-Samayoa, E. V., (2018), *Diseño de rotación de inventarios para la reducción de tiempos de entrega de vehículos de alquiler en una rentadora de vehículos*, <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9513/1/Elisa%20Virginia%20Alvarado%20Samayoa.pdf>, visitado el 16 de marzo de 2020
- [7] García-Dunna E., García-Reyes H. & Cárdenas-Barrón L. E., (2013), *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*, Pearson (México).
- [8] Garriga-Garzón, F., (2017), *Tome la mejor decisión experimentando previamente sus consecuencias, Casos prácticos resueltos de simulación Monte Carlo mediante hoja de cálculo*, OmniaScience (España).