



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**Indicadores logísticos en un modelo simulado de la industria farmacéutica
considerando análisis estadístico multivariado**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Autores

**Gianfranco Duffoo Valverde
Jhonatan Adrian Ramirez Munive**

Asesor

Mtro. Ing. Jorge Antonio Sánchez Guzmán

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela profesional de Ingeniería Industrial

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Duffoo Valverde Gianfranco	71790492	20 DE MARZO DE 2024
Ramirez Munive Jhonatan Adrian	77240226	20 DE MARZO DE 2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Sánchez Guzmán Jorge Antonio	17829652	0000-0002-2387-2296
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
De Los Santos Garcia Juan Carlos	15741150	0000-0002-3430-1640
Bernal Valladares Carlos Enrique	15614554	0000-0002-7421-9537
Rios Herrera Josue Joel	41997989	0000-0002-1157-0194

INDICADORES LOGÍSTICOS EN UN MODELO SIMULADO DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA CONSIDERANDO ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.tritonia.fi Fuente de Internet	13%
2	Submitted to De La Salle University Trabajo del estudiante	<1%
3	Dragana Velimirović, Milan Velimirović, Rade Stanković. "Role and importance of key performance indicators measurement", Serbian Journal of Management, 2011 Publicación	<1%
4	Submitted to Coventry University Trabajo del estudiante	<1%
5	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Stephen Senn. "Statistical Issues in Drug Development", Wiley, 2021 Publicación	<1%

DEDICATORIA

A mi madre, abuelos y tíos, que gracias a su esfuerzo y dedicación en conjunto a la gracia de Dios son mi ejemplo e impulso para seguir superándome.

Duffoo Valverde Gianfranco

A mi padre, abuelos y hermanos por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la clave de mi éxito.

Ramirez Munive Jhonatan Adrian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por otorgarme la vida y a una maravillosa familia. De igual manera agradezco a mis asesores y maestros que con su conocimiento y dirección contribuyeron a mi formación profesional.

También a mis colegas, por hacer de la carrera una experiencia inolvidable. Con debates estimulantes, y gratos momentos. Gracias de todo corazón.

INDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación de la investigación	6
1.5. Delimitación del estudio	6
1.6. Viabilidad del estudio	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1. Herramientas estadísticas para modelar	13
2.2.2. Método de prueba de hipótesis	14
2.2.3. Alfa y p-valor	15
2.2.4. Intervalos de confianza	16
2.2.5. Análisis de la varianza	16
2.2.6. Análisis de la varianza multivariado	17
2.2.7. Correlación	19
2.3. Bases filosóficas	19
2.4. Definición de términos básicos	21

2.5.	Hipótesis de investigación.....	23
2.5.1.	Hipótesis general	23
2.5.2.	Hipótesis específicas.....	23
2.6.	Operacionalización de las variables	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		25
3.1.	Diseño metodológico.....	25
3.1.1.	Entidades a intervenir	26
3.1.2.	Estructura del flujo de trabajo	27
3.1.3.	Distribución	27
3.2.	Población y muestra	28
3.3.	Técnicas de recolección de datos	29
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		32
4.1.	Análisis de resultados.....	32
4.1.1.	Producción interna	33
4.1.2.	Reenvasado (Repacking)	37
4.1.3.	Producción por encargo	40
4.2.	Contrastación de las hipótesis	44
4.2.1.	Respecto a la producción interna.	44
4.2.2.	Respecto al reenvasado (repacking).....	45
4.2.3.	Respecto al producto por encargo.	46
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		48
5.1.	Discusión de resultados.....	48
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		51
6.1.	Conclusiones	51
6.2.	Recomendaciones.....	51
REFERENCIAS O FUENTES DE INFORMACIÓN.....		53
Fuentes documentales		53
ANEXOS		55
Anexo 01. Matriz de consistencia		56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	24
Tabla 2. Factores en estudio y los KPI's.....	30
Tabla 3. Tabla Formato para los factores de variación.....	31
Tabla 4. ANOVA para variación de la demanda (Prod. Interna).....	34
Tabla 5. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. Interna)	34
Tabla 6. ANOVA para variación del proceso (Prod. Interna)	35
Tabla 7. Estadísticos para la variación del proceso (Prod. Interna).....	36
Tabla 8. Correlación de Pearson para los KPI (Prod. Interna).....	37
Tabla 9. ANOVA para la variación de la demanda (Reenvasado)	37
Tabla 10. Estadísticos para la variación de la demanda (Reenvasado).....	38
Tabla 11. ANOVA para la variación del proceso (Reenvasado)	39
Tabla 12. Estadísticos para la variación del proceso (Reenvasado)	39
Tabla 13. Correlación de Pearson para los KPI (Reenvasado)	40
Tabla 14. ANOVA para la variación de la demanda (Prod. por encargo)	41
Tabla 15. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. por encargo)	41
Tabla 16. ANOVA para la variación del proceso (Prod. por encargo).....	42
Tabla 17. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. por encargo)	43
Tabla 18. Correlación de Pearson para los KPI (Prod. por encargo)	44
Tabla 19. Importancia de los KPI medido mediante el estadístico R^2	48
Figura 1. Flujo de la actividad de la demanda entrante	28
Figura 2. Flujo de la actividad de la demanda saliente	28

RESUMEN

La investigación de tesis denominada “Indicadores logísticos en un modelo simulado de la industria farmacéutica considerando análisis estadístico multivariado”, tiene como **objetivo** analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica usando pruebas estadísticas multivariadas. La **metodología** utilizada para el estudio fue de nivel correlacional y explicativo, no experimental, con enfoque cuantitativo, orientado a analizar los indicadores de desempeño denominados KPI’S, considerando disponibilidad del producto (DP). Precisión del pronóstico (PP) y Tiempo de Entrega (TE) a través de algunos factores que son importantes para las empresas proveedoras de material farmacéutico, como son la producción interna, reenvasado (repacking) y producción por encargo, considerando en todo momento la disponibilidad del producto, los pronósticos el tiempo de entrega, y el inventario o stock para la demanda. La toma de información fue a través de la base de datos de kaagle.com brindados en la red globalizada del banco de datos. **Resultados:** Se evidencia que el uso de pruebas estadísticas multivariadas, permiten analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica. El aumento de la demanda en la industria farmacéutica es una variable significativa que afecta los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado, Existe correlación entre los diferentes KPI’S tomados en este estudio.

Palabras claves: KPI, Demanda Producción, Reenvasado.

ABSTRACT

The thesis research called “Logistics indicators in a simulated model of the pharmaceutical industry considering multivariate statistical analysis”, aims to analyze the logistical indicators of demand in the pharmaceutical industry using multivariate statistical tests. The methodology used for the study was correlational and explanatory, non-experimental, with a quantitative approach, aimed at analyzing the performance indicators called KPI'S, considering product availability (DP). Forecast Accuracy (PP) and Delivery Time (TE) through some factors that are important for pharmaceutical material supply companies, such as internal production, repackaging and custom production, considering availability at all times. of the product, delivery time forecasts, and inventory or stock for demand. Information was collected through the kaagle.com database provided in the globalized network of the data bank. Results: It is evident that the use of multivariate statistical tests allows us to analyze the logistical indicators of demand in the pharmaceutical industry. The increase in demand in the pharmaceutical industry is a significant variable that affects logistics indicators (KPI) evaluated through multivariate analysis. There is a correlation between the different KPI'S taken in this study..

Keywords: KPI, Demand Production, Repackaging

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica usando pruebas estadísticas multivariadas y evidenciar si el uso de esas técnicas multivariadas, permiten evaluar mejor los indicadores de desempeño KPI'S.

Para cumplir con los objetivos, se ha tomado tres fases de la cadena logística como son, Producción Interna, Reenvasado (Repacking) y Producción por Encargo.

Para el desarrollo de la tesis, se partió de los antecedentes tanto internacionales como nacionales. Asimismo, este trabajo de tesis está dividido en los siguientes capítulos:

En el capítulo I. Se muestra la realidad problemática, el planteamiento de los objetivos, la justificación, la delimitación y la viabilidad de estudio.

El capítulo II, consta del marco teórico en el cual se describe algunos conceptos sobre el conocimiento de la organización, variables de contexto, estructura organizacional, etc., orientados al estudio, además de los antecedentes, bases teóricas y algunas definiciones importantes.

En el capítulo III se cubre la metodología y diseño de la investigación de tesis, la operacionalización de las variables, considerando siempre la estructura organizacional para la gestión de la cadena de suministro.

En el capítulo IV, se dan los resultados considerando las dimensiones del estudio.

El capítulo V, presenta la discusión, conclusiones y recomendaciones finales.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La utilización de indicadores en todas las instituciones, sean públicas o privadas y mucho más en las empresas, permiten hacer un seguimiento en relación a las áreas que afectan el desempeño de las mismas. Las variables exógenas y las exigencias del mercado debido a factores como la globalización, tecnologías de la información, la competencia, etc., hacen que la medición de los factores inherentes se haga necesaria como actividad preponderante para las empresas. Dichos indicadores logísticos se dan fundamentalmente dentro de una cadena de suministro y el conocimiento y gestión de la misma son especialmente útiles como requisito previo importante para mantenerse dentro de la competencia global y sobresalir de manera rentable (Li, 2014).

Por tanto, la capacidad de satisfacer la demanda altamente fluctuante se mide a través de indicadores logísticos de la manera más eficiente sin comprometer la calidad del producto y/o servicio, considerando esta satisfacción un fuerte valor agregado que puede contribuir al desempeño financiero y la reputación de la organización. La gestión de la cadena de suministro abarca ciertas actividades que necesitan coordinaciones efectivas e integración de las diferentes áreas involucradas para cumplir con los estándares y objetivos de la organización de manera óptima.

Cousineau y colaboradores (2014), llegaron a la conclusión que la logística dentro de la cadena de suministro debe involucrar a las diferentes áreas e interrelacionarlos, asimismo, el recurso humano que es difícil gestionar y administrar debido a las diferencias como personas, debe de recibir continuamente no solo supervisión sino capacitación y si hay que realizar los cambios necesarios, se debe de realizar coordinadamente entre las áreas de manera eficaz y eficiente.

Las cadenas de suministro son singulares para cada organización, tiene características propias, procesos variados, así como plazos de entrega; lo que si es común es el proceso comercial y por allí se debe empezar a evaluar su sistema para optimizarlo y en esto ayuda la representación ontológica o visual del proceso comercial, pues permite la exploración de variados escenarios y posibles arreglos sobre todo en las rutas para el cliente final, de esa manera el SCM será mucho más efectivo.

La optimización del proceso se puede verificar a su vez simulando el core del negocio, existiendo algunos métodos de simulación para evitar costos y tiempos, uno de ellos es el método de simulación de eventos discretos, reconocido en términos de su importancia en la aplicación para una variedad de industrias (Pawel y Greenwood., 2014). Por ejemplo, en la industria farmacéutica, en el que el sistema es utilizado para el modelamiento del proceso comercial.

Lee y Hau (2016) presentan tres características que asume un sistema de cadena de suministro, conocidas como las tres A, sistema ágil, sistema adaptativo y sistema alineado a la oferta y demanda. La agilidad es un factor importante para mantenerse y adecuarse a la posibilidad de fluctuante de la demanda y ventas a lo largo del tiempo. La demanda

fluctuante de hecho causa significativamente un impacto negativo en la calidad del proceso de la cadena de suministro al no responder de manera eficiente. La respuesta eficiente a los cambios de la demanda o la oferta es considerada una gran agilidad. El modelo Supply Chain Operation Reference (SCOR) presenta a la agilidad bajo 3 características, flexibilidad del suministro al alza, la adaptabilidad a procesos cambiantes y obviamente la percepción de la demanda para lo cual se tiene que realizar proyecciones.

Además, la problemática se centra en analizar adicionalmente la importancia de la variación del proceso para el desempeño de los KPI (indicadores clave de desempeño o rendimiento), combinándolo con la fluctuación de la demanda y, por lo tanto, proporcionando una visión general amplia de la sostenibilidad del sistema actual de la cadena de suministro. Asimismo, es importante conocer la correlación entre KPI para lograr una mejor comprensión de cómo el comportamiento de un indicador puede explicar el rendimiento de los indicadores que lo rodean.

Así pues, el análisis de las medidas de desempeño (KPI), es un tema cada vez más importante debido a los diversos efectos beneficiosos que ofrece con respecto a la mejora de la cadena de suministro, siendo el papel de los KPI de servir como una plataforma de retroalimentación para el sistema actual de la cadena de suministro, y que la observación de esos indicadores mejore la visibilidad de la brecha que puede haber existido entre la planificación y la ejecución. Con esta información acerca de la evaluación de los KPI, nos permitiremos identificar los relevantes sobre todo en las variaciones de los procesos de la cadena de suministro.

En ese sentido, esta tesis está abocada al análisis de la variación de la demanda y como los indicadores de desempeño KPI se pueden evaluar bajo un método estadístico multivariado. Se ha escogido a la industria farmacéutica, la cual es muy afectada por la demanda, y el estudio empírico, explora las diferentes posibilidades a través de simulación de los procesos analizando a su vez diferentes escenarios. El estudio entonces, dará una idea de cómo participan las variables más saltantes dentro del SCM en la industria farmacéutica, como se correlacionan los diferentes indicadores y que tanto la variación de la demanda influye en los mismos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica pueden ser analizados usando pruebas estadísticas multivariadas??

1.2.2. Problemas específicos.

- a) ¿La variación de la demanda en la industria farmacéutica es una variable significativa para afectar los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado?
- b) ¿La variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI evaluada mediante análisis multivariado?
- c) ¿Existe relación entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica usando pruebas estadísticas multivariadas.

1.3.2. Objetivos específicos.

- a) Determinar si la variación de la demanda en la industria farmacéutica, es una variable significativa para afectar los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado.

- b) Determinar si la variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI evaluada mediante análisis multivariado
- c) Determinar si existe relación entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación del estudio de tesis, parte por conocer la medición de las actividades a través de indicadores y conocer si estos se pueden evaluar mediante técnica multivariadas; las cuales pocas veces se las ha utilizado bajo el contexto de la logística y cadenas de suministro.

1.5. Delimitación del estudio

Respecto a la delimitación de espacio y tiempo, el estudio no lo tiene, pues está elaborándose a partir de una simulación, técnica reconocida en términos de su importancia en una variedad de casos, dentro de ellos las industrias y las cadenas de suministro. Como delimitación de contenido, está referido a la aplicación del análisis multivariado relacionado a los indicadores logísticos, mediante los cuales se explorará la importancia de la demanda fluctuante para el desempeño de los indicadores de desempeño (KPI).

1.6. Viabilidad del estudio

- **Viabilidad temática**

El desarrollo del estudio de tesis tendrá como temática por un lado la aplicación de las técnicas estadísticas inferenciales, principalmente multivariadas y por otro el uso de los indicadores de desempeño (KPI), ambos ampliamente detallados en la literatura de

fuentes primarias y secundarias, evidenciadas también en investigaciones a nivel nacional e internacional.

- **Viabilidad económica**

El estudio de tesis estará totalmente solventado en lo que respecta al financiamiento, por el autor, no requiriendo apoyo económico o auspicio; por tanto, la utilización de los resultados posterior a la presentación de la tesis, deben de ser referenciados

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Elgazzar y otros (2012), en su artículo de investigación “Vínculo de los procesos y objetivos estratégicos de una empresa”. publicado en la revista de Investigación Operativa Europea Objetivo: desarrollar un método de medición del rendimiento que vincule el rendimiento de los procesos de la cadena de suministro (SC) con la estrategia financiera de una empresa mediante la demostración y el uso de la relación entre el rendimiento de los procesos SC y el rendimiento financiero de una empresa. Mencionan que para adquirir una ventaja competitiva en las empresas con cadenas de suministro, se requiere habilidades con la finalidad de equilibrar los costos, mejorar la calidad y asimismo la productividad. Resultados: Se encontró un método que vincula las métricas de rendimiento de SC (indicadores logísticos) con los activos financieros de la empresa. Este método permite a las empresas conectar el rendimiento de los procesos SC con los objetivos estratégicos financieros a corto plazo de la empresa mediante la evaluación de la estrategia SC actual y luego la formulación de la nueva estrategia SC basada en las prioridades del rendimiento financiero a corto plazo para lograr una mejora en la rentabilidad de la empresa como principal objetivo financiero a largo plazo.

Hokey y Zhou (2019) en su artículo de investigación “Modelando la cadena de suministro: Pasado, presente y futuro”. publicado en la revista Computers & Industrial Engineering. Objetivo: Dada la amplia gama de complejidades y escalas, conocer el

modelo que represente el sistema de una cadena de suministro. Metodología: Investigación de tipo bibliográfica. Resultados: No existe un modelo que pueda capturar todas las características de los procesos comerciales de la cadena de suministro. Por lo tanto, es importante poder modelar los alcances relevantes del sistema de la cadena de suministro que refleje los puntos clave en la dimensión del mundo real pero aún así calculable y cuantificable dentro de su proceso analítico. Obtener los KPI (indicadores logísticos) relevantes con una comprensión profunda de cómo medirlos es una base importante del proceso de toma de decisiones. Además, la mejora en la precisión del pronóstico se puede lograr teniendo una mayor flexibilidad de la cadena de suministro en cuanto a su capacidad para responder a las fluctuaciones de la demanda.

Zee Vorst y colaboradores (2015), en su artículo de investigación “Un entorno de modelamiento para la simulación de una cadena de suministro. Oportunidad para mejorar la toma de decisiones”. publicado en la revista Decision Sciences. Objetivo: Encontrar una representación adecuada para el funcionamiento de una cadena de suministro. Metodología: Investigación de tipo bibliográfico-teórico y selección de escenarios respecto a indicadores logísticos. Resultados: No existe una teoría establecida para el funcionamiento de una cadena de suministro, siendo necesaria la construcción de teorías y el desarrollo de herramientas y métodos apropiados para lograr prácticas exitosas de SCM, en particular, un lenguaje de modelado para describir el análisis dinámico de escenarios con el objetivo de sustentar la toma de decisiones dentro de la administración de la cadena de suministro.

Maomao (2013) en su tesis titulada “Desarrollo de indicadores clave de rendimiento (KPI) para un Departamento que utiliza la metodología del diseño basado en el entorno

(EBD)”, para optar el grado de master en Ciencias Aplicadas en la Concordia University, Canadá. Objetivo: Proponer un nuevo marco genérico de desarrollo de KPIs para un departamento, utilizando la metodología EBD. Metodología: Investigación basada en una revisión exhaustiva de la literatura sobre la definición de KPI, las revoluciones del desarrollo de KPI y los marcos populares utilizados para desarrollar KPI. Resultados: El estudio de caso demostró cómo la teoría EBD podría adaptarse y adoptarse en el desarrollo de KPI para un departamento de ingeniería actividad por actividad.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Valenzuela (2018) en su tesis titulada “El modelamiento de los indicadores de desempeño básicos en el transporte en una cadena de suministro” para optar el título de ingeniero industrial en la UNMSM. Objetivo: Conocer cuáles son los indicadores fundamentales en el transporte. Material y Métodos: Investigación de corte transversal, de nivel descriptivo y con enfoque cuantitativo, tomándose una muestra bibliográfica respecto al tema y comparar cuales de los indicadores dentro de un modelo son los mas utilizados. Resultados: No existe un modelo que pueda capturar todas las características de los procesos de transporte en la cadena de suministro. Por lo tanto, es importante poder modelar los KPI's que reflejen los puntos clave en la dimensión del transporte pero aún así calculable y cuantificable dentro de su proceso analítico. Obtener los KPI relevantes con una comprensión profunda de cómo medirlos es una base importante del proceso de toma de decisiones.

Luján Carbonell y Sánchez Carranza (2016) en su tesis titulada “Implementación de KPI's y su impacto en la gestión logística de la empresa Servicios Santa Gabriela SAC, Trujillo, 2015” para optar el título profesional de Licenciada en Administración en la Universidad Privada del Norte. Objetivo: demostrar el impacto de los indicadores logísticos (KPI's) implementados en los sub procesos de aprovisionamiento, almacenamiento y manejo de stock. Material y Métodos: investigación experimental, de tipo cuasi experimental, con el diseño de pre-prueba y post-prueba, evaluando el área logística antes de la aplicación de los KPI'S. Resultados: El impacto positivo de los KPI's en la gestión de aprovisionamiento, almacenamiento y manejo de stock en el área logística de la empresa SESGA SAC, se reflejó en las mejoras de la gestión logística.

Quispe y Bejarano (2020), con su tesis denominada “Desempeño logístico en operadores de comercio exterior antes y durante la pandemia COVID-19 en Lima, 2020” para optar el título de ingeniero industrial. Objetivo: Comprobar si existe relación significativa entre la el desempeño logístico y la gestión dentro del comercio exportador antes y durante el COVID 19. Material y Métodos: La investigación fue descriptiva con nivel correlacional y enfoque cuantitativo. Se estudió a una muestra de 42 operadores de logística ubicados en el Departamento de Lima, partiendo del Directorio de Prom Perú. Resultados: Se concluye que no existe relación significativa, para la interacción de operador logístico y la gestión de comercio exportador anteriormente y durante el COVID-19.

Contreras (2016), con su tesis titulada “Evaluación de la distribución de mercadería en frío para farmacias de la empresa QuipCorp., Lima, 2019” para el título de Licenciado en Administración de la UCV, Lima. Objetivo: Determinar la operatividad de la cadena de suministro de la distribución de mercadería en frío de la empresa. Metodología: Investigación aplicada, de diseño no experimental y de corte transversal. El marco muestral fueron los registros de transporte para el año de estudio, evaluándose los tiempos y devoluciones de algunos contenedores. Resultados: La evaluación fue positiva en cuanto a la distribución para el entorno central de Lima; sin embargo, estadísticamente se encontró una deficiencia mínima en cuanto a las devoluciones para provincia en un 8%, lo cual es poco pero que se debe de mejorar.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Herramientas estadísticas para modelar

Naylor y Finger (1967) informan sobre algunas herramientas del área de estadística que permiten evaluar el ajuste del modelo simulado, en las que algunas incluyen:

- ANOVA o Análisis de la varianza
- Prueba Ji-cuadrado
- Análisis de factores
- Análisis estadístico de regresión multilínea

Debido que en este caso de estudio el proceso muy pocas veces es determinista, el uso de estadísticos es de gran ayuda para comprender el patrón que siguen los datos y han sido usados para el análisis de los resultados. Laguna (2013) presenta tres objetivos del análisis estadístico de datos:

- Comprensión del comportamiento del proceso en estudio.
- Predicción del proceso en estudio.
- Comparación de los resultados a través de variados escenarios y determinación de las condiciones para las que se espera que el proceso sea eficiente.

Por otro lado, lo que se considera como el elemento clave en la simulación por computadora es el análisis de datos, siendo la entrada y salida crucial en el establecimiento, desarrollo y análisis del modelo de simulación y sus resultados. La salida de la información a través de la simulación nos da una base para decidir con conclusiones valederas, para esto se requiere obviamente técnicas sobre todo estadísticas(Laguna y Marklund, 2013, pág. 345).

Los factores son muchos y variados que puede incluir un estudio estadístico, pero los básicos son: la característica del problema, el riesgo en la toma de decisiones, casi siempre

medido por un factor alfa, la decisión y la sensibilidad de los datos ingresados en el modelo. Los métodos estadísticos disponibles son variados para prácticas diferentes, pero la finalidad es la misma la cual es interpretar datos.

También en lo que respecta a la simulación, son importantes las iteraciones a realizar; realizar una sola iteración en el modelo de simulación, puede afectar el análisis pues podría aumentar en gran medida la posibilidad de tener una aproximación defectuosa del modelo de proceso poco estudiado. Por lo tanto, las repeticiones son importantes para obtener resultados de salida óptimos que representen la realidad del particular proceso comercial en estudio. Asimismo, al utilizar un ingreso determinista en el modelo simulado, es muy probable que la salida de datos sea altamente predecible. Por lo tanto, las repeticiones de las observaciones son innecesarias ya que al ejecutarse los resultados siempre serán exactos. Este tipo de simulación se usa típicamente cuando se intenta experimentar varios tipos de combinaciones con respecto a los parámetros de entrada del sistema para comparar su resultado a través de un conjunto particular de sistemas (Laguna y Marllund, 2013, pág. 365).

2.2.2. Método de prueba de hipótesis

En cuanto al método de prueba de hipótesis que se utilizará cuando se intente encontrar la significación de la muestra en cuanto a correlación se refiere, tendremos a la metodología de Pearson. También al comparar conjuntos de datos, nos permitimos explorar la existencia de diferencias significativas entre ellos a través de una prueba de hipótesis. La formulación de las hipótesis permite establecer dos hipótesis contradictorias, de las cuales una es la verdadera:

- Ho: Hipótesis nula
- H1: Hipótesis alternativa

La hipótesis nula es la que se prueba y juzga en términos de su efecto; cuando se plantea esta, convencionalmente se asume que los dos conjuntos de datos no están interrelacionados y que no existe ningún efecto entre los dos. De otra manera, la hipótesis alternativa es la que parte de una muestra asumiendo la interconexión entre dos conjuntos de datos que tienen un efecto entre sí.

2.2.3. Alfa y p-valor

Al realizar una prueba de hipótesis a través del análisis estadístico, la decisión de aceptar o rechazar tal o cual hipótesis tiene que estar debidamente sustentada con una probabilidad en su resultado, para esto se evalúa calculando la probabilidad de hallar tal resultado, con un rango de 0 a 1; representando del 0% al 100%. Así pues, al analizar el conjunto de datos con un enfoque estadístico, se debe proporcionar el criterio de selección para aceptar o rechazar la hipótesis nula, el cual es conocido como el nivel alfa (α).

Al usar el nivel alfa (α) para juzgar la hipótesis nula, también se mostrará la probabilidad de un error que puede ocurrir al rechazar la hipótesis nula (o al juzgar que el acusado es culpable). Por lo tanto, cuanto mayor sea el nivel alfa definido, mayor será también la posibilidad de que se produzca un error al rechazar la hipótesis nula. El nivel de significancia a un 5% de nivel alfa (α) es bastante aceptable para el análisis de datos en estudios logísticos (IBM-SPSS Inc, 2020: 99); esto significa que al tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula, existe un 5% de probabilidad de error por tomar la decisión incorrecta.

El p-valor se define como la probabilidad de obtener un resultado superior o igual a los datos determinados, siempre y cuando la hipótesis nula es cierta (Goodman, 2016). Asimismo, el p-valor brinda la probabilidad de que la hipótesis nula sea verdadera y está asociada con el nivel alfa de tal manera que: si el p-valor es muy inferior al nivel alfa (por ejemplo, el p-valor de 0,02 y el alfa tiene el valor de 0,05), esto significa la existencia de una pequeñísima probabilidad (siempre inferior a $\alpha = 0,05$); es decir, la hipótesis nula concuerda con los datos obtenidos; por tanto, es seguro rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa. Por otro lado, si el p-valor es mayor que el nivel alfa (α), esto significa que no hay evidencia suficiente para el rechazo de la hipótesis nula; por lo que se toma la decisión de ser aceptada.

2.2.4. Intervalos de confianza

Mayo (2018) define el intervalo de confianza como “la estimación del rango del parámetro analizado de la población, en el que su validez depende de factores como el tamaño de la muestra, la estimación puntual y el nivel de confianza”. Además, el nivel de confianza indica que los resultados de los parámetros que se analizan se encuentran dentro del intervalo. Esto se utiliza dentro de la toma de decisiones y para sustentar mejor la prueba de hipótesis. El nivel de confianza indica también que el complemento del nivel alfa (α), al ser por ejemplo del 5% muestra un intervalo de confianza del 95%.

2.2.5. Análisis de la varianza

El análisis de varianza, o también conocido como ANOVA, es un método estadístico para sacar conclusiones con respecto a las diferencias en las medias de los grupos cuando se trata de tres o más grupos de comparación. Cuando se trata de dos muestras, es necesario utilizar la prueba T para poblaciones independientes con la finalidad de determinar las

diferencias de medias significativamente. Al trabajar con mas de dos muestras o grupos de estudio (por ejemplo, 3 ó mas), el análisis de la varianza es un método estadístico que se adapta al estudio de investigación.

Sanford y Bon (2014) indican que el análisis de la varianza es una herramienta muy poderosa dentro de los métodos estadísticos y que se utiliza para el análisis de datos en experimentos diseñados, por lo tanto, existen tres elementos de vital importancia para el proceso del análisis de la varianza, que son las variables independientes, los niveles contenidos en cada una de las variables independientes y el tipo de variables dentro del diseño.

El ANOVA se puede construir de acuerdo al número de factores y que en la literatura estadística se conoce como ANOVA unidireccional o bidireccional, con la diferencia de la cantidad de variables independientes que están involucradas en el diseño. El ANOVA unidireccional se realiza con una sola variable/factor independiente, mientras que el ANOVA bidireccional se realiza con dos variables/factores independientes en su análisis hacia las variables dependientes.

2.2.6. Análisis de la varianza multivariado

Las variables independientes son las que determinan que el método del análisis de la varianza sea de una o dos vías. La práctica de esos métodos es que están orientados al análisis una sola variable respuesta o dependiente, conocido como diseño univariado. Cuando hay mas de una variable dependiente, se analiza a través de una técnica denominada análisis de varianza multivariado o comúnmente denominada MANOVA.

Mayo (2018) indica que la técnica del análisis de varianza univariado resulta de mucha utilidad cuando se tiene una sola medida de resultado como variable respuesta; sin embargo, en ocasiones, las variables respuesta o dependientes pueden ser más de una, por las que el efecto de las correlaciones entre las variables puede usarse para la obtención de una comprensión más profunda del área de investigación en particular.

En ocasiones cuando se tienen varias variables dependientes, algunos escogen la técnica del análisis univariado, haciendo una para cada una de ellas; pero esto es una desventaja ya que aparecen los falsos positivos o las correlaciones espúreas en algunas de las variables en estudio; por esto, es necesario utilizar la técnica denominada MANOVA en las que intervienen varias variables dependientes como independientes, debiendo considerarse algunos criterios como los siguientes:

- Combinar las variables dependientes para establecer una sola de ellas a la que se le denomina variable compuesta.
- Establecer el Estadístico de Prueba denominado F multivariable, el cual permite evaluar las diferencias de los grupos muestrales.
- Si el MANOVA arroja un estadístico F multivariado estadísticamente significativo, se continúa con el análisis a través del examen de los resultados del análisis de varianza univariado para las variables dependientes por separado.

El valor del Estadístico Lambda de Wilks es el más utilizado cuando los tamaños de muestra son aproximadamente iguales y por lo tanto comparables; y, varianzas que son igualmente comparables en las variables dependientes entre los grupos (Meyers y colaboradores, 2009: pág 316). Este Estadístico, también se utiliza en varias áreas, y que será tomado para el caso del estudio de la industria farmacéutica.

2.2.7. Correlación

Es la identificación cuantitativa de las asociaciones entre las variables, proporcionando una mejor comprensión del modelo en estudio; es decir, nos permite conocer el grado de asociación, que puede ser positiva o negativa, con el objetivo de explicar una variable mediante la otra u otras .

El valor del Estadístico de Prueba es conocido como r de Pearson, el cual es definido por Meyers y colaboradores (2010) como el índice de correlación más conocido y utilizado.

El r de Pearson es un coeficiente que solo puede tomar valores entre -1 a $+1$ y cuando se aproxima a cero indica una pobre asociación; en cambio, valores cercanos a 1 ó -1 indica una mayor asociación llamada correlación directa o inversa..

Las pruebas de correlación también se malinterpretan a menudo en lo que respecta a su interpretación. En ocasiones se habla que al obtener una correlación cercana a 1 ó -1 , la variable presenta un efecto causal, lo cual no necesariamente es cierto. Tener un grado de correlación bastante alto entre las variables significa que existe tendencias similares entre las variables.

2.3. Bases filosóficas

Los indicadores de desempeño o KPI, aparecen originalmente con lo que hasta hace unos décadas se llamó "nueva gestión pública", filosofía opuesta al enfoque basado en la confianza. Van De Walle y Six (2014) indican que el factor desconfianza es un principio rector dentro del funcionamiento de la administración pública, estando los funcionarios públicos sujetos a la rendición de cuentas de su labor a través de "intrincados" procesos administrativos. Así, la empresa, su administración y el ciudadano común, deben demostrar

idoneida y ética en los beneficios o impuestos. Por esto, el enfoque por KPI'S en vez del enfoque de la confianza ha generado en algunas ocasiones el maltrato hacia las personas, especialmente los trabajadores, pero que en la gestión privada funciona muy bien.

Por otro lado, las definiciones de procesos son la base sobre la cual se ha constituido toda la filosofía del funcionamiento de la organización. Los procesos en sí, permiten que la atención se desplace hacia el producto final o servicio final, dentro de la cadena de actividad de ese producto o servicio. La importancia de la orientación a procesos surge a partir de la primera mitad del siglo XX, donde se establecía que solo se podía obtener un producto altamente calificado mediante la gestión de procesos.

La organización de procesos descrita anteriormente es una base necesaria para la definición de KPI. Tal sistema de actividades estandarizadas permite una adecuada medición de los desempeños de manera significativa, la cual debe ser constante como base para la mejora continua del desempeño de la organización, que es uno de los principios de gestión más importantes. Un proverbio puede encontrarse en la literatura: "Si quieres mejorar algo, tienes que medirlo" (Radojevic y colaboradores, 2009).

Sin embargo, viene la contraposición de ideas, pues filosóficamente para la empresa le conviene estar con indicadores positivos, pero a que precio, y no estamos hablando del precio del producto en sí, si no de la presión hacia el empleado, obrero, inclusive supervisores, quienes tienen que cumplir a como de lugar con esos indicadores. Entonces, realmente es una presión constante al personal quien soporta el peso del accionar de la empresa, la cual en muchas ocasiones no posee el sistema ni la administración con eficiente

gestión para cumplir con las metas propuestas; por lo tanto, el esfuerzo no es de la empresa sino del trabajador quien queda en muchas ocasiones agotado.

2.4. Definición de términos básicos

- **Logística.**

“Es la planificación, implementación y control del flujo de materias primas de manera eficiente, así como el compromiso de mantener un inventario o stock acorde a las necesidades de la demanda, mantener productos de calidad y una trazabilidad desde el origen hasta el punto de consumo, para lo cual es necesaria información adecuada y de calidad con el objetivo de cumplir con las órdenes del cliente Cousineau y colaboradores” (2014),.

- **Indicador logístico.**

Definido como un índice orientado a observar y medir uno o mas procesos dentro de la cadena de suministro, continuamente en cualquier momento y en cualquier etapa, con la finalidad de prestar atención al rendimiento favorable o desfavorable dentro de la gestión de la cadena, permitiendo evaluar las fallas para la prospectiva rectificación y así contribuir a una mejora continua del mismo.

- **KPI (Key Performance Indicators o Indicadores claves de desempeño)**

Indicadores referidos a las variables, factores, etc. Que intervienen dentro del proceso logístico capaces de ser medidos para generar una estrategia de mejora si es que hubo fallas o en todo caso mejorar lo medido. Estos KPI, deben de tener las siguientes características:

- **Factible:** El planteamiento de los objetivos deben de ser coherentes con la realidad de la empresa.
- **Medible:** Medida en unidades preferentemente cuantitativas.

- **Relevante:** Seleccionando los de mayor importancia.
 - **Periódico:** Existencia de medidas periódicas.
 - **Exacto y preciso:** Referido preferentemente a la media y desviación estándar. (ISDI, 2021).
- **Características de la logística:**
 - **Planificación,** capacidad para predecir los cambios de oferta y demanda en un tiempo predeterminado con la finalidad de ejecutar la gestión correspondiente a suministros e inventarios.
 - **Control.** Parte fundamental del proceso logístico en sus diferentes etapas, sobre todo en cliente final, transporte, ventas, etc.
 - **Coordinación,** Referente a la cooperación entre áreas y acciones dentro del proceso de la cadena de suministro, para establecer con éxito las ventas de acuerdo a estándares requeridos por las partes intervinientes. Esta cooperación o coordinación necesita un flujo bien establecido del proceso mismo a través de la información entre todos los involucrados en el mercadeo para satisfacer al cliente.
 - **Servicio al cliente,** de importancia vital para cumplir con los pedidos u órdenes de los clientes. Esta característica está muy relacionada con la anterior pues para esto es necesario coordinar un buen flujo de información.
 - **Análisis estadístico**
Método apropiado para validar el estudio de manera científica, para el caso de estudio, utilizando la técnica multivariada en función del análisis de la varianza.
 - **ANOVA (Analysis of variance)**

En español denominado análisis de la varianza, es una técnica estadística mediante la cual se divide la variabilidad total de los datos en tantas partes como sea explicado el modelo estadístico para el problema en estudio, obviamente considerando los supuestos del mismo.

- **Lambda de Wilk's**

Expresa la proporción de la variación total de los datos que no se origina por la diferencia entre las muestras grupos), y que parte a través de las contrastación de la hipótesis nula de que los promedios multivariantes de los grupos no son diferentes; es decir, el estadístico demuestra a través del p-valor la significancia estadística de la función discriminante (Namakforoosh, 2022).

- **Correlación de los KPI**

Prueba de correlación multivariante para medir la asociación entre los KPI, considerando un nivel de significancia y de confianza y así explicar el comportamiento asociativo del indicador y el rendimiento en las pruebas de correlación de los indicadores que lo rodean.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

Se evidencia que el uso de pruebas estadísticas multivariadas, permiten analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica.

2.5.2. Hipótesis específicas

- a) La variación de la demanda en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos (KPI).

- b) La variación del proceso en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos (KPI).
- c) Existe una relación directa entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado..

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable en estudio: Indicadores logísticos (KPI'S)		
Definición Conceptual	Dimensiones (Dimensión conceptual)	Indicadores (Dimensión operacional)
Indicador que permite medir las fases del proceso logístico, preferentemente de manera cuantitativa. (*) https://hdl.handle.net/11537/10036/	Disponibilidad del producto.	Medido en % que está disponible el producto en almacén.
	Precisión del pronóstico.	Indicador diferencial entre la cantidad de elementos producidos y la demanda real.
	Plazo de entrega.	Tiempo medido en horas y minutos desde la orden de pedido hasta la puesta en cliente.
	Renovación de inventarios.	Tiempo en días que rota la mercadería para almacén.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

La investigación es de corte transversal debido a que la data será captada en un tiempo definido, con niveles de estudio descriptivo y correlacional no experimental. El objetivo como se dijo es el de analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica, para lo cual se tomará los datos de bancos de datos en la red, identificando un caso farmacéutico con sus respectivas variables de almacenamiento y demanda.

La metodología propuesta en el estudio de tesis será desarrollar una exploración de la demanda medida y la variación del proceso a través de los indicadores de rendimiento, siendo la técnica multivariada a utilizar como herramienta estadística de apoyo al análisis de los datos multivariados y que se hará mediante el software SAS.

En este estudio los Indicadores Clave de Desempeño (KPI), se ajustaron de acuerdo con aquellos considerados relevantes desde la perspectiva de la gestión de una cadena de suministro como son:

- ◆ **Productos disponibles:** Medido a través de porcentajes respecto a la capacidad para el cumplimiento con la demanda en un período determinado.
- ◆ **Tiempo de entrega:** Es el factor tiempo entre el producto terminado y la entrega al cliente después de las órdenes de pedido o demanda de los clientes.

- ◆ **Precisión del pronóstico:** Indicador diferencial entre la cantidad de elementos producidos y la demanda real.

El siguiente paso es proceder con el inventario estándar, el cual por ser simulado es aleatorio y debe estar acorde a la demanda, el cual en un entorno real resulta a menudo difícil al hacer frente a un entorno dinámico de la demanda, fundamentalmente cuando surge una demanda mal pronosticada.

3.1.1. Entidades a intervenir

Dentro del proceso simulado, el método de producción interna de la organización también presenta una limitación de capacidad y por otro lado de equipamiento. Así, la producción no solo se realiza en la propia fábrica, también puede utilizar la producción de terceros con el objetivo de hacer frente a la demanda actual.

Dentro del proceso simulado interviene las siguientes entidades:

- Proveedor
- Área de calidad.
- Líneas de fabricación
 - Producción Interna
 - Reenvasado
 - Terceros (fabricación por encargo)
- Almacén
- Cliente

3.1.2. Estructura del flujo de trabajo

El flujo de trabajo para el modelo simulado describe en los siguientes puntos:

1. Proyección de la demanda.
2. A partir de la proyección se generan las actividades:
 - a. Los compradores generan órdenes de pedidos a los proveedores
 - b. Se genera el plan de producción y órdenes de producción.
3. El ingreso de los materiales están sujetos a control de laboratorio.
4. El inicio de la fabricación se genera partiendo de la orden de producción.
5. Cuando se complete la producción, se realizará un control de calidad de laboratorio antes de calificar para la entrega.
6. El producto elaborado está listo para satisfacer la demanda entrante..

3.1.3. Distribución

La entrega comienza con la demanda de ingreso (Fig. 1). El o los KPI a analizar en esta etapa es la disponibilidad del producto, el cual representa la capacidad de entrega. Así, la disponibilidad del producto significa que la entrega total está alineada con la demanda solicitada por los clientes.

La demanda en sí se establece mediante un bloque aleatorio (Fig. 1), estableciendo el momento de la demanda entrante para que sea diario, lo que se hace creando un artículo una vez al día. El bloque aleatorio de la demanda tendrá un valor promedio dentro de los pedidos de venta donde se evaluarán los promedios y desviaciones estándar.

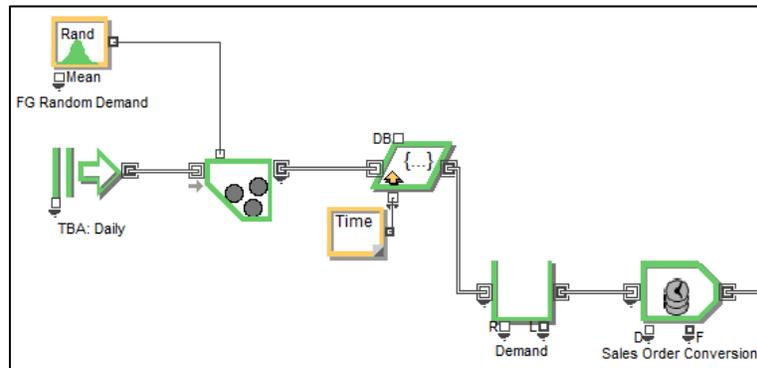


Figura 1. Flujo de la actividad de la demanda entrante

Una vez creada la demanda, la oficina de administración debe convertirla en orden de venta. El tiempo promedio utilizado es de un día con un cierto intervalo de confianza y considerando la posibilidad de retraso por motivos varios. Por lo tanto, la distribución exponencial será la duración del tiempo al convertir la demanda en orden de venta, el cual es el último paso. Luego de la orden de venta, se unirá con el inventario del almacén mediante los bloques por lotes y juntos se enviarán al punto de entrega final (Fig. 2).

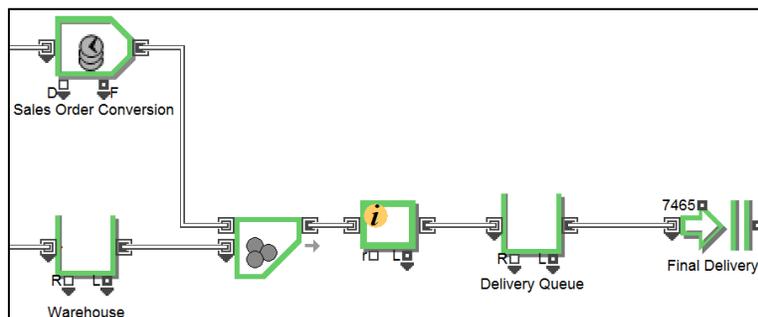


Figura 2. Flujo de la actividad de la demanda saliente

3.2. Población y muestra

El estudio para esta tesis se referencia con un caso simulado de la industria farmacéutica desde la perspectiva del departamento de cadena de suministro. La organización del estudio de caso cuenta con más de 600 empleados, de los cuales el 90% están designados dentro

del área de la fábrica y el 10% están distribuidos en varios departamentos de la sede principal. La organización cuenta con más de 120 líneas de productos con más de 100 proveedores, tanto locales como internacionales, y 5 líneas de fabricación ubicadas tanto internas como externas a la oficina principal.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Los datos fueron tomados de la página, <https://www.kaggle.com/datasets/milanzdravkovic/pharma-sales-data>, la cual es un contenedor de diferentes bases de datos. Se tuvo en consideración la fluctuación estacional de la demanda de los medicamentos que tiene su propio segmento de mercado y un entorno dinámico de ventas. En particular, para la industria farmacéutica, algunos factores anexos que impactan la demanda pueden ser enfermedades estacionales, virus, productos nuevos, intervención gubernamental, nuevos segmentos de mercado, entre otros. Luego se observa la variación que se da en la demanda y el proceso del modelo dará como resultado numerosos escenarios, los cuales se han registrado para un posterior análisis y examinar los diversos efectos que tiene la variación y las correlaciones adicionales entre los indicadores denominados KPI's concernientes a la disponibilidad del producto, la precisión del pronóstico y el tiempo del ciclo de entrega. Se incluye una suma de la entrega total y el stock del inventario de productos terminados para observación general.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información y en respuesta a la formulación de los problemas específicos que se plantearon, se llevará un registro que está diseñado para probar la importancia de la amplificación de la demanda y la variación del proceso en su impacto en los indicadores de desempeño de SCM del estudio de caso.

La variación en la demanda puede dar como resultado varios escenarios, los cuales se registran para pasar a analizar los diversos efectos que tiene la variación y las correlaciones adicionales entre los indicadores.

Los registros de la información se establecen de acuerdo a los factores en estudio mostrados en la Tabla 4 donde está la lista de los KPI'S que se explorarán en el diseño de este estudio; la variación de la demanda y la variación del proceso se introducen en la simulación, y los indicadores de desempeño o KPI se registran y analizan para observar la importancia de loss mismos al desempeño de la cadena de suministro.

Tabla 2. Factores en estudio y los KPI's

Factor (input del modelo)	Respuesta (Salidas del modelo)
Fluctuación de la demanda y variación del proceso	KPI'S de Importancia <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de entrega • Producto en stock (disponible) • Precisión del pronóstico
	KPI'S adicionales <ul style="list-style-type: none"> • Entrega al cliente • Acciones para mantener el inventario

Los factores de variación se muestran en la Tabla 3, registrando valores mínimos y máximos. Los dos factores asignados en este modelo son la demanda y el tiempo de producción. Se probarán y evaluarán en términos de rendimiento cuatro tipos de producción, cada uno representado por un producto en sí mismo.

Tabla 3. Tabla Formato para los factores de variación

Factor	Tipo de producción	Valor Mín	Valor Máx	Variación
Demanda diaria	Interno			
	Repacking			
	Por encargo			
Plazo de producción (días)	Interno			
	Repacking			
	Por encargo			

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Se indica que los indicadores de desempeño (KPI) registrados para el estudio son la disponibilidad del producto, la precisión del pronóstico y el tiempo del ciclo de entrega, asimismo, se incluye la entrega total y el stock de inventario final para observación general.

Se utilizó el software SAS para este estudio, siendo la prueba de análisis MANOVA el método apropiado para el análisis de este tipo de diseño. El paso del análisis se explica a continuación:

1. Realizar las pruebas MANOVA a todos los KPI bajo la prueba de choque de amplificación de la demanda. En SAS, las respuestas se denominan variable discriminante; de ahí el nombre de la prueba, análisis discriminante. Esta prueba dará como resultado una mejor comprensión de la importancia estadística que tiene el aumento de la demanda para el KPI.
2. Además de la variación de la demanda, MANOVA también probará el efecto de la variación del proceso; es decir, el aumento del tiempo de entrega del proceso de producción. Esto dará como resultado una mejor comprensión de la importancia que la variación del proceso puede tener para el KPI.

3. Realizar una prueba de correlación para explorar la posible relación entre KPI. Esta prueba dará como resultado una mejor representación de cómo el comportamiento de un KPI puede asociarse con el desempeño de los demás.

Con base en la observación del análisis estadístico, en esta tesis se evalúa la sostenibilidad del sistema actual, encontrándose a continuación los resultados de acuerdo al tipo de producción, como son Producción Interna, Reenvasado (Repacking) y Producción por Encargo y que se muestran a continuación.

4.1.1 Producción interna

La producción por ser interna, tiene un tiempo de entrega relativamente corto debido al proceso de producción que se realiza con recursos, cronograma y mano de obra propios.

Variación de la demanda

El efecto de la variación de la demanda se puede explorar utilizando la prueba multivariada Lambda de Wilks. La Tabla 25 muestra que el valor de Lambda de Wilks (Λ) es 0,0004; lo que representa el 0,04 % de las variaciones que no se contabilizan en esta prueba. Por tanto, muestra que gran parte de las variaciones se tienen en cuenta en la prueba.

El valor calculado $F = 735,69$, tiene un valor p ($Pr > F$) inferior al nivel de significancia (α) de 0,05; por lo tanto, se concluye que el aumento de la demanda es una variable estadísticamente significativa que afecta los indicadores de desempeño KPI'S.

Tabla 4. ANOVA para variación de la demanda (Prod. Interna)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,000478	735,69	20	< 0,0001
Pillai Trace	1,929849	92,10	20	< 0,0001
Hotelling Trace	364,098	8918,63	20	< 0,0001

El siguiente paso es observar cómo la importancia afecta a cada una de las respuestas. Se observa en la Tabla 5 para cada variable la misma prueba de análisis discriminante. Los valores relevantes a considerar son el R^2 , el valor F y el valor p ($Pr > F$). R^2 proporciona una aproximación del efecto de fuerza que tiene la demanda en cada respuesta individual.

La evaluación de los resultados univariados utilizó el nivel alfa con la corrección de Bonferroni sacando el cociente del alfa 0,05 por la cantidad de variables dependientes (Tabla 5). Así, la significación alfa (α) de Bonferroni corregida para pruebas univariadas es $\alpha = 0,01$

Tabla 5. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. Interna)

Test Estadístico Univariado				
Variable	Desv.Est.	R^2	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,0589	0,8621	773,86	< 0,0001
Precisión del pronóstico	0,1666	0,9781	5523,53	< 0,0001
Tiempo de entrega	2,4804	0,3382	63,25	< 0,0001
Entrega total	2636	0,9737	4583,42	< 0,0001
Inventario final de artículos	2641	0,9518	2443,74	< 0,0001

Utilizando el nivel alfa de Bonferroni, el resultado de la prueba de significancia se puede ver en el valor p de cada KPI. La Tabla 5 muestra que todos los KPI tienen un valor p

inferior a 0,01, lo que indica que todos los KPI se ven estadísticamente afectados por el aumento de la demanda. Por lo tanto, sobre la base de R^2 , el resultado de la hipótesis se puede interpretar de la siguiente manera:

Para la producción interna (fabricación propia), la fluctuación de la demanda tiene un impacto a considera sobre los KPI (Tabla 4). Este impacto representa aproximadamente el 86% de la disponibilidad del producto, el 98% de la precisión del pronóstico, el 34% del tiempo del ciclo de entrega, el 97% de la entrega total y el 95% del stock de inventario final de artículos.

Variación del proceso

Además de la prueba de impacto de la demanda, la prueba multivariada de variación del proceso también explorará el posible efecto que tiene en el KPI. La variación del proceso en este modelo es el aumento del tiempo de producción, siendo en este tipo de producción interna, el aumento es de 7 días a 14 días, lo que representa la ocurrencia moderada de retrasos en la producción en el proceso de fabricación debido a diversos factores técnicos.

Tabla 6. ANOVA para variación del proceso (Prod. Interna)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,8772	13,83	5	< 0,0001
Pillai Trace	0,1228	13,83	5	< 0,0001
Hotelling Trace	0,1400	13,83	5	< 0,0001

La prueba multivariada de Lambda de Wilks (Tabla 6) muestra cierta significancia para la variable; es decir, al tener el valor p inferior al nivel alfa (α) de 0,05. Sin embargo,

observe que el valor de Wilks es 0,87; representando el 87% de las variaciones que no se contabilizan. Indica que el grado de significancia será pequeño en comparación con la prueba multivariada anterior de aumento de la demanda. Para confirmar esto, se realizan análisis adicionales de los resultados de las estadísticas de la prueba univariada (Tabla 7).

Tabla 7. Estadísticos para la variación del proceso (Prod. Interna)

Variable	Test Estadístico Univariado			
	Desv.Est.	R ²	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,0589	0,0001	0,03	0,8718
Precisión del pronóstico	0,1666	0,0000	0,00	0,9770
Tiempo de entrega	2,4804	0,0653	34,78	< 0,0001
Entrega total	2636	0,0000	0,00	0,8925
Inventario final de artículos	2641	0,0000	0,00	0,9674

Esto confirma que de todas las respuestas, solo el tiempo del ciclo de entrega tiene un valor p inferior al nivel alfa de Bonferroni (α) de 0,01. Indica la única variable que está siendo afectada por la variación del proceso, hasta aproximadamente un 7%.

Correlación de los KPI

Esta prueba de correlación multivariada es una prueba más para adquirir una mejor comprensión de la relación entre los KPI que pueden explicar su comportamiento. Al observar la prueba de correlación de Pearson (Tabla 8), se muestra que todos los factores principales de KPI están estadísticamente correlacionados entre sí en diferentes grados, considerando disponibilidad del producto (DP). Precisión del pronóstico (PP) y Tiempo de Entrega (TE)

Tabla 8. Correlación de Pearson para los KPI (Prod. Interna)

Test Estadístico Univariado				
VariableS	DP	PP	TE	
DP	1,0000	0,70476	-0,64312	
		< 0,001	< 0,001	
PP	0,7046	1,0000	- 0,35712	
	< 0,001		< 0,001	
TE	- 0,64312	-0,35712	1,0000	
	< 0,001	< 0,001		

4.1.2 Reenvasado (Repacking)

El repacking representa el medicamento importado del extranjero (IM) que debe reenvasarse antes de entregarse a los clientes locales. Aunque el tiempo de re envasado puede ser muy corto, se sabe que el tiempo de entrega del envío es largo. Este, al igual que el primer producto, es un proceso de producción que se realiza dentro de la propia fábrica de la organización.

Variación de la demanda

La Tabla 9 muestra el resultado multivariado para la variación de la demanda. La Lambda de Wilks (Λ) es 0,001, lo que significa que la mayoría de las varianzas se tienen en cuenta en esta prueba. Con un valor p inferior a 0,05 (columna $Pr > F$), muestra que la variación de la demanda tiene una importancia a la hora de afectar los resultados del KPI.

Tabla 9. ANOVA para la variación de la demanda (Reenvasado)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,00134	516,40	20	< 0,0001
Pillai Trace	1,49965	59,26	20	< 0,0001
Hotelling Trace	377,9108	9257,18	20	< 0,0001

El resultado de la prueba univariante para cada KPI se registra en la Tabla 10. El valor F muestra la importancia de la demanda para cada KPI en particular y, con todo, el valor p ($Pr > F$) muestra menos que el nivel alfa de Bonferroni (α) de 0,01. Se puede concluir que el aumento de la demanda contribuye con un impacto considerable a todos los KPI designados. Por lo tanto, basándose en el valor de R^2 , se puede escribir la siguiente interpretación

Dentro del sistema de producción de reenvasado, el aumento de la demanda produce estadísticamente un impacto significativo en todos los KPI (Tabla 9). El impacto basado para la disponibilidad del producto representa aproximadamente el 42%, el 65% de la precisión del pronóstico, el 23% del tiempo del ciclo de entrega, el 82% de la entrega total y el 71% del stock de inventario final (Tabla 10).

Tabla 10. Estadísticos para la variación de la demanda (Reenvasado)

Variable	Test Estadístico Univariado			
	Desv.Est.	R^2	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,0845	0,4236	90,96	< 0,0001
Precisión del pronóstico	0,1949	0,6542	234,12	< 0,0001
Tiempo de entrega	4,1716	0,2313	37,24	< 0,0001
Entrega total	1123	0,8221	572,00305,47	< 0,0001
Inventario final de artículos	1200	0,7117		< 0,0001

Variación del proceso

El resultado multivariado para la variación del proceso se muestra en la Tabla 11. La Lambda de Wilks (Λ) muestra cierta significancia en el proceso con un valor de p por debajo del nivel alfa (α) de 0,05. Sin embargo, el resultado de la prueba univariada

muestra que, entre los KPI, sólo el tiempo del ciclo de entrega produce apenas el 6% de sus variaciones explicadas por la variación del proceso (Tabla 12).

Tabla 11. ANOVA para la variación del proceso (Reenvasado)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,16898	485.86	5	< 0,0001
Pillai Trace	0,83101	485.86	5	< 0,0001
Hotelling Trace	4,91762	485.86	5	< 0,0001

Tabla 12. Estadísticos para la variación del proceso (Reenvasado)

Test Estadístico Univariado				
Variable	Desv.Est.	R ²	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,0825	0,0001	0,06	0,8092
Precisión del pronóstico	0,1223	0,0020	1,01	0,3147
Tiempo de entrega	5,5148	0,0612	32,44	< 0,0001
Entrega total	1103	0,0001	0,03	0,8687
Inventario final de artículos	0,8323	0,0000	0,02	0,8813

Correlación de los KPI

La Tabla 40 muestra una relación similar con el sistema anterior. Se observa una correlación positiva relativamente fuerte entre la disponibilidad del producto y la precisión de las previsiones. Dado un coeficiente r de Pearson de 0,65, la figura 41 muestra que un mayor desempeño de la disponibilidad del producto se correlaciona con un buen desempeño de la precisión del pronóstico.

Tabla 13. Correlación de Pearson para los KPI (Reenvasado)

Test Estadístico Univariado			
VariableS	DP	PP	TE
DP	1,0000	0,65287	-0,76838
		< 0,001	< 0,001
PP	0,65287	1,0000	- 0,40471
	< 0,001		< 0,001
TE	- 0,76838	-0,40471	1,0000
	< 0,001	< 0,001	

4.1.3 Producción por encargo

Esta producción se da dentro del modelo simulado denominada por encargo, debido a problemas de capacidad del tercero, el plazo de producción es muy largo e impone un riesgo de retraso de hasta 90 días en ocasiones. Sin embargo, por otro lado, esta opción ayuda a abordar el problema interno de la capacidad de producción y el equipo limitado que enfrenta la organización del estudio de caso en su fábrica interna

Variación de la demanda

El resultado (Tabla 14) de la prueba Lambda de Wilks multivariada muestra el valor de 0,01, lo que indica que sólo hay pequeñas variaciones que no se tienen en cuenta. Con el valor p por debajo del nivel alfa de 0,05 en la columna $Pr > F$, se puede afirmar que el aumento de la demanda aporta importancia al impacto en el desempeño del KPI. A continuación se mostrará la prueba univariada que ejemplifica el grado de significancia en el desempeño de cada KPI (Tabla 15).

Tabla 14. ANOVA para la variación de la demanda (Prod. por encargo)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,01004	244,69	20	< 0,0001
Pillai Trace	1,382436	52,18	20	< 0,0001
Hotelling Trace	59,63428	1460,78	20	< 0,0001

El resultado de la prueba univariante (Tabla 15) muestra la importancia del aumento de la demanda para cada KPI. Al observar el valor p de todos los KPI, se muestra que todos los KPI lo tienen por debajo del nivel alfa de Bonferroni (α) de 0,01. Por lo tanto, se puede entender que todos los KPI se ven estadísticamente impactados por la variación de la demanda. Al observar el valor de R^2 , se puede interpretar de la siguiente manera:

En el marco de la fabricación por encargo, el aumento de la demanda produce diferencias estadísticamente (Tabla. 14) en todos los KPI y, según (Tabla 15), afecta aproximadamente el 63 % de la disponibilidad del producto y el 95 % de la precisión del pronóstico, 33% del tiempo del ciclo de entrega, 31% de la entrega total y 51% del stock de inventario final

Tabla 15. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. por encargo)

Test Estadístico Univariado				
Variable	Desv.Est.	R^2	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,1570	0,6336	214,01	< 0,0001
Precisión del pronóstico	0,1505	0,9506	2380,24	< 0,0001
Tiempo de entrega	4,9067	0,3321	61,54	< 0,0001
Entrega total	1395	0,3147	56,83	< 0,0001
Inventario final de artículos	1086	0,5091	128,31	< 0,0001

Variación del proceso

El resultado de la prueba multivariada para la variación del proceso se muestra a continuación (Tabla 16). Según el Lambda de Wilks, el valor p está por debajo del nivel alfa (α) de 0,05, lo que indica que la variación del proceso produce una significación hacia el KPI. Se muestra que el valor es 0,09, lo que indica que la mayoría de las variaciones se tienen en cuenta en esta prueba de estadística multivariada.

Tabla 16. ANOVA para la variación del proceso (Prod. por encargo)

Estadísticos Multivariados y Aproximación F				
Estadístico	Valor	F Calc	g.l.	p-valor
Lambda de Wilks	0,09865	902,65	5	< 0,0001
Pillai Trace	0,90134	902,65	5	< 0,0001
Hotelling Trace	9,13617	902,65	5	< 0,0001

La Tabla 17 muestra el grado de importancia de la variación del proceso. Basado en el valor p que está por debajo del nivel alfa de Bonferroni (α) de 0,01, muestra que todos los KPI, excepto la precisión del pronóstico, producen cambios significativos en respuesta al aumento del tiempo de entrega de producción.

A diferencia de los dos sistemas de producción anteriores de producción interna y reenvasado, en la primera premisa de fabricación por encargo, la variación del proceso tiene un impacto moderado en la mayor parte del rendimiento de los KPI. El mayor corresponde a la entrega total con un grado de significancia del 46%.

La precisión del pronóstico en la prueba (Tabla 17) no muestra ninguna importancia. Este hallazgo también concuerda con el hallazgo anterior (Fig. 49) que concluye que la

precisión del pronóstico se ve afectada en gran medida, hasta en un 95%, por la fluctuación de la demanda.

Tabla 17. Estadísticos para la variación de la demanda (Prod. por encargo)

Test Estadístico Univariado				
Variable	Desv.Est.	R ²	Fcalc	p-valor
Disponibilidad del producto	0,1570	0,2545	169,98	< 0,0001
Precisión del pronóstico	0,1505	0,0000	0,01	0,9042
Tiempo de entrega	4,9067	0,2131	134,90	< 0,0001
Entrega total	1395	0,4612	426,27	< 0,0001
Inventario final de artículos	1086	0,1692	101,44	< 0,0001

Por lo tanto, basándose en el resultado de la prueba del análisis multivariado (Tabla 16) y el valor R² (Tabla 17) para la variación del proceso, la interpretación sería la siguiente: Dentro del marco de la fabricación por encargo, la variación del proceso produce estadísticamente un impacto en la mayor parte del KPI, particularmente en los cambios en el 25% de la disponibilidad del producto, el 21% del tiempo del ciclo de entrega, el 46% de la entrega total y el 17% del tiempo inventario final:

Correlación de los KPI'S

La prueba de correlación de Pearson para la producción por encargo muestra un patrón de relación similar al de las dos pruebas anteriores, pero con un mayor grado de correlación. La disponibilidad del producto y la precisión del pronóstico muestran una correlación positiva eminentemente fuerte entre sí (Tabla 18), dado un valor de coeficiente de 0,77. El tiempo del ciclo de entrega, por otro lado, tiene una correlación negativa tanto con la disponibilidad del producto como con la precisión del pronóstico

Tabla 18. Correlación de Pearson para los KPI (Prod. por encargo)

Test Estadístico Univariado			
Variables	DP	PP	TE
DP	1,0000	0,77973 < 0,001	-0,74213 < 0,001
PP	0,77973 < 0,001	1,0000	- 0,50532 < 0,001
TE	- 0,74213 < 0,001	-0,50532 < 0,001	1,0000

4.2. Contrastación de las hipótesis

Las contrastaciones de hipótesis se hicieron respecto a cada uno de los ítems que se indicaron en 4.1, como son la producción interna, el repacking (reenvasado) y la producción por encargo y que fueron establecidas como variables de estudio (ver matriz de consistencia) y dentro de ellos con 3 hipótesis respecto a la variación de la demanda, la variación del proceso y la relación entre los KPI'S. Los planteamientos de las hipótesis son entonces:

HEI (a): La variación de la demanda en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos (KPI).

HEI (b): La variación del proceso en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos (KPI)..

HEI (c): Existe una relación directa entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado

4.2.1. Respecto a la producción interna.

(a) Efectivamente al analizar la Tabla 4, el p-valor $< 0,0001$, indica que la variación de la demanda en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos o KPI's. Esto se

hace extensible a todas las variables que intervienen en la producción interna (Ver Tabla 5), por lo tanto, confirmamos la hipótesis planteada.

- (b) En cuanto a la variación del proceso, la Tabla 6 muestra de igual manera que los p-valor son menores a 0,0001; sin embargo, aquí hay que tener en cuenta el estadístico Lambda de Wilks el cual indica que el 87% de las variaciones no son explicadas y analizando los estadísticos univariados efectivamente solo el tiempo de entrega tiene un p-valor significativo con un R^2 de 0,0653 (Tabla 7), aproximadamente 6.5%. Por esto, la hipótesis es aceptada parcialmente para la variación el proceso solo en el tiempo de entrega.
- (c) Según la Tabla 8, nos indica que todos los factores principales de los KPi, como son disponibilidad del producto (DP). Precisión del pronóstico (PP) y Tiempo de Entrega (TE) están correlacionados significativamente, aceptando la hipótesis planteada

4.2.2. Respecto al reenvasado (repacking).

- (a) De igual manera que en la producción interna, al analizar la Tabla 9, el p-valor < 0,0001, indica que la variación de la demanda en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos o KPI's, pero en este caso para el reenvasado. Además en la tabla 10 se puede observar que el mayor impacto se tiene en los KPI respecto al ciclo de entrega, pues según el coeficiente de determinación R^2 representa el 82% de la variación.
- (b) En cuanto a la variación del proceso, la Tabla 11 muestra de igual manera que los p-valor son menores a 0,0001; sin embargo, el resultado de la prueba univariada muestra

que, entre los KPI, sólo el tiempo del ciclo de entrega produce apenas el 6% de sus variaciones explicadas por la variación del proceso (Tabla 12).

- (c) En cuanto a las correlaciones de los KPI'S, según la Tabla 13, nos indica que todos los factores principales de los KPI, como son disponibilidad del producto (DP). Precisión del pronóstico (PP) y Tiempo de Entrega (TE) están correlacionados significativamente, habiendo inclusive una correlación fuerte pero inversa entre el tiempo de entrega y la precisión del pronóstico y tiempo de entrega con la disponibilidad del producto; y, esto es por sentido común, el tiempo de entrega aumenta al no haber disponibilidad del producto en stock, a su vez por no tener una precisión en el pronóstico de la demanda.

4.2.3. Respecto al producto por encargo.

- (a) También se repite al igual que los dos ítems anteriores, que el p-valor $< 0,0001$ para Lambda de Wilks (Tabla 14), indica que la variación de la demanda en la industria farmacéutica afecta los indicadores logísticos o KPI's, pero en este caso para la producción por encargo. Además, en la tabla 15, se puede observar que el mayor impacto se tiene en los KPI respecto a la precisión del pronóstico, pues según el coeficiente de determinación R^2 es bastante alto y representa el 95% de la variación.
- (b) En cuanto a la variación del proceso, la Tabla 16 muestra de igual manera que los p-valor son menores a 0,0001; sin embargo, el resultado de la prueba univariada muestra que la precisión del pronóstico en la prueba (Tabla 17) no muestra ninguna importancia.

- (c) En cuanto a las correlaciones de los KPI'S, según la Tabla 18, todos los factores principales de los KPI, como son disponibilidad del producto (DP). Precisión del pronóstico (PP) y Tiempo de Entrega (TE) están correlacionados significativamente, sucediendo algunas correlaciones inversamente proporcionales como en el ítem anterior.

Se observa, en los dos últimos ítems que se aceptan las hipótesis planteadas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

En este capítulo se discute todos los hallazgos que se han revelado en el capítulo anterior. Los tres ítems como son producción interna, reenvasado y producción por encargo, que representan las tres diferentes líneas de producción, han demostrado que cada una de ellas tiene su propia respuesta al estudio de variación que se ha realizado.

En respuesta a la primera y segunda pregunta de investigación de este estudio, tanto la fluctuación estacional de la demanda como la variación del proceso han mostrado estadísticamente cierta importancia al afectar el desempeño de los KPI con un grado diferente de influencia. La Tabla 19 a continuación resume los hallazgos del estudio.

Tabla 19. Importancia de los KPI medido mediante el estadístico R²

Análisis Multivariado		Grado de importancia hacia el KPI (en %)				
		DP	PP	TE	ET	IF
Variación de la demanda	Prod.Interna	86,21	97,81	33,82	97,37	95,18
	Reenvasado	42,36	65,42	23,13	82,21	71,17
	Prod. encargo	63,36	95,06	33,21	31,47	50,91
Variación del proceso	Prod.Interna	-	-	6,53	-	-
	Reenvasado	-	-	6,12	-	-
	Prod. encargo	25,45	-	21,31	46,12	16,92

DP : Disponibilidad del producto. TE: Tiempo de entrega IF: Inventario final
 PP : Precisión del pronóstico ET: Entrega total

El resultado estadístico multivariado (Tabla 19) muestra que la fluctuación estacional de la demanda juega un papel importante al afectar el nivel de desempeño de todos los KPI designados. Esto es especialmente cierto si se considera una industria que es muy propensa

a las fluctuaciones estacionales de la demanda de su producto con numerosas líneas de producción.

El primer análisis se realizó para la producción interna y el reenvasado (repacking) que representan ambos sistemas de producción que se realizan en la propia fábrica de la organización con un tiempo de fabricación relativamente corto. Las pruebas multivariadas (Tabla 19) muestran que la fluctuación de la demanda tiene una gran importancia a la hora de afectar el rendimiento del KPI de esos productos, coincidiendo en parte con Luján y Sánchez (2016).

La mejora en la precisión del pronóstico se puede lograr teniendo una mayor flexibilidad de la cadena de suministro en cuanto a su capacidad para responder a las fluctuaciones de la demanda. Al adaptarse rápidamente a los cambios, la producción se puede ajustar en consecuencia y, por lo tanto, aumentar la precisión del desempeño del pronóstico durante un entorno de demanda volátil. Esto concuerda con el estudio de Hokey y Zhou (2019), mencionados anteriormente en los antecedentes.

Para el sistema de producción interno y de reenvasado, la variación del proceso de mayor tiempo de producción no produce estadísticamente diferencias importantes en el desempeño de los KPI. Indica que el plazo de producción actual todavía es capaz de sostener el aumento de la demanda.

Asimismo, luego de observar las tablas correspondientes a las correlaciones se puede afirmar que existe correlación entre los indicadores KPI's, aunque en algunos de ellos la correlación es inversa como se mencionó al sustentar las tablas correlacionales, por tanto

la hipótesis (c), se cumple considerando que en algunos de ellos esta correlación es negativa.

Finalmente, también podemos concluir a través de los resultados de las pruebas estadísticas multivariadas que estas permiten analizar los indicadores logísticos de la demanda, particularmente en la industria farmacéutica, siendo muy importante poder modelar los KPI's que reflejen los puntos clave en las dimensiones que mas afecten al proceso logístico, coincidiendo con Valenzuela (2018), pues esto permitirá un mejor desempeño.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. Se evidencia que el uso de pruebas estadísticas multivariadas, permiten analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica
2. El aumento de la demanda en la industria farmacéutica es una variable significativa que afecta los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado.
3. La variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI. evaluados mediante análisis multivariado
4. Existe una relación directa e indirecta entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado.

6.2. Recomendaciones

Obviamente para la medición de los indicadores de desempeño KPI), implican muchas variables y en todas ellas está el factor humano, por lo tanto, se sugiere lo siguiente:

1. Se debe de utilizar a juicio del tesista el enfoque de abastecimiento estratégico considerando las proyecciones de la demanda, para nuestro caso, respecto al rubro farmacéutico, para lograr los objetivos establecidos como metas de producción y embarque y así aumentar la capacidad de producción y minimizar el tiempo de entrega de producción.

2. Tener un sistema de mayor flexibilidad de fabricación para proporcionar líneas de producción más opcionales durante un entorno de demanda estacional y volátil.
3. Considerar siempre los tiempos en la producción por encargo, dando límites de confianza de tiempo y establece una mejor cooperación proactiva entre el proveedor y la empresa encargada de productos farmacéuticos (externa al proveedor) para poder priorizar y/o posponer ciertos productos en respuesta a la situación de la demanda en el momento.
4. Finalmente, hacer un estudio en el que intervengan no solo los KPI's del proceso dentro de la cadena de suministro, sino también los KPI's del factor humano, pues todo está en función de la gestión y de los supervisores y personal de planta.

REFERENCIAS O FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes documentales

- Contreras, C. (2019). *Evaluación de la distribución de mercadería en frío para farmacias de la empresa QuipCorp., Lima, 2019*. Lima: Repositorio UCV.
- Cousineau, M., Thomas, W., & Peacoc, E. (2014). Supplier source integration in a large manufacturing company. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 2014.
- Elgazzar, S., Tippi, H., Hubbard, & Leach. (2012). Linking supply chain processes' performance to a company's financial strategic objectives. *European Journal of Operational Research*, 276–289.
- Goodman, S. (2016). Toward Evidence-Based Medical Statistics. 1: The P Value Fallacy. *Annals of Internal Medicine*, 130(12), 995-1004.
- Hokey, M., & Zhou, G. (2018). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43, 231-249.
- Hokey, M., & Zhou, G. (2019). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43, 231-249.
- ISDI, T. (November de 2021). *ISDI*. Obtenido de <https://www.isdi.education/es>
- Laguna, M., & Marklund, J. (2013). *Business Process Modeling, Simulation and Design* (Second Edition ed.). United States of America: Taylor & Francis.
- Lee, & Hau, L. (2016). The tripe-A supply chain. *Harvard Business Review*, 1-12. Obtenido de hbr.org/2004/10/the-triple-a-supply-chain/ar/1
- Li, S. (2014). Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. *Journal of Operations Management*, 618–641.
- Luján Carbonell, E., & Sánchez Carranza, C. (2016). *Implementación de KPI's y su impacto en la gestión logística de la empresa Servicios Santa Gabriela SAC, Trujillo, 2015* (Repositorio de la Universidad Privada del Norte ed.). Trujillo, Trujillo, Perú: Edit.Repositorio UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/10036>
- Maomao, P. (2013). *Developing Key Performance Indicators (KPIs) for a Department Utilizing Environment Based Design (EBD) Methodology*. Montreal, Quebec, Canada: CONCORDIA UNIVERSITY.
- Mayo, D. (2018). *Statistical Inference as Severe Testing: How to Get Beyond the Statistics Wars*. Cambridge: Cambridge University Press.
doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511657528>

- Meyers, L., Glenn, G., & Guarino, A. (2009). *Data Analysis Using SAS Enterprise Guide*. New York: Cambridge University Press.
- Naylor, T., & Finger, J. (1967). Verification of computer simulation models. *Management Science*, *14*(2), 92-101.
- Pawel, P., & Greenwood, A. (2014). *Simulation and Optimization in Sustainable Logistics and Manufacturing*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Quispe, P., & Bejarano, B. (2020). *Gestión logística y desempeño logístico en operadores logísticos de comercio exterior antes y durante la pandemia COVID-19 en Lima, 2020*. Lima, Lima, Perú: Repositorio Universidad UTP.
- Radojevic, Z., Stefanovic, L., & Velimirovic, D. (2009). Process approach as a basis for BSC implementation and improving of organizational performance. *Management Journal Faculty of Organizational Science*, *52*.
- Rogers, D., & Tibben, L. (1998). *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*. Reno, USA: NV.
- Sanford, B., & Bon, C. (2014). *Pharmaceutical Statistics: Practical and Clinical Applications* (Fourth Edition ed.). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Simchi-Levi, D. (2014). How volatile oil prices will rock the supply chain. *CSCMP's Supply Chain Quarterly*, *52-56*.
- Valenzuela, R. (2018). El modelamiento de los indicadores de desempeño básicos en el transporte en una cadena de suministro. *Repositorio UNMSM*, *26*(3), 22-29.
- Van De Walle, S., & Six, F. (2014). Trust and Distrust as Distinct Concepts: Why Studying Distrust in Institutions is Important. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, *16*(2), 158-174.
- Zee, v., Vorst, v., & A. J, J. (2015). A modeling framework for supply chain simulation: Opportunities for improved decision making. *Decision Sciences*, *36*(1), 65-95.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Indicadores logísticos en un modelo simulado de la industria farmacéutica considerando análisis estadístico multivariado

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema General: ¿Los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica pueden ser analizados usando pruebas estadísticas multivariadas?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿El aumento de la demanda en la industria farmacéutica, es una variable significativa para afectar los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado? • ¿La variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI evaluados mediante análisis multivariado? • ¿Existe relación entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado? 	<p>Objetivo General: Analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica usando pruebas estadísticas multivariadas</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar si el aumento de la demanda en la industria farmacéutica, es una variable significativa para afectar los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado. • Determinar si la variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI evaluados mediante análisis multivariado. • Determinar si existe relación entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado 	<p>Hipótesis General: Se evidencia que el uso de pruebas estadísticas multivariadas, permiten analizar los indicadores logísticos de la demanda en la industria farmacéutica.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El aumento de la demanda en la industria farmacéutica es una variable significativa que afecta los indicadores logísticos (KPI) evaluada mediante análisis multivariado. • La variación de los procesos en la cadena de suministro de la industria farmacéutica, pueden ser medidos por los indicadores logísticos KPI. evaluados mediante análisis multivariado • Existe una relación directa entre los principales indicadores logísticos KPI de la industria farmacéutica evaluados mediante análisis multivariado. 	<p>Variables en estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producción interna. • Reenvasado (Repacking). • Producción por encargo. <p>Indicadores logísticos (KPI)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo del ciclo de entrega • Disponibilidad del producto • Precisión del pronóstico 	<p>Tipo: Investigación aplicada</p> <p>Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transeccional • Correlacional <p>Enfoque:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativo <p>Población: No habrá población. Se considerará un modelo simulado partiendo de datos de la red.</p>