



FACULTAD DE FARMACIA
ESCUELA DE QUÍMICA Y FARMACIA
PROGRAMA DE MAGÍSTER EN GESTIÓN FARMACÉUTICA Y FARMACIA ASISTENCIAL

IMPACTO DE LOS PERFILES DE DEMANDA DE MEDICAMENTOS SOBRE LOS
MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS APLICABLES A LA FARMACIA DEL
POLICLÍNICO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS DEL HOSPITAL DEL SALVADOR

Proyecto de Trabajo Final de Grado

LUIS ARTURO MUÑOZ AGUIRRE

Director: FERNANDO ROJAS ZÚÑIGA

AGOSTO, 2024

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a quienes que me apoyaron pacientemente durante el desarrollo de este trabajo.

Al Profe Fernando por su paciencia y guía durante la investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
<i>La gestión de la logística y abastecimiento en la salud pública.....</i>	<i>2</i>
MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	4
1.- <i>Modelos para la optimización de la gestión de inventario en salud</i>	<i>4</i>
2.- <i>Temporalidad de los datos.....</i>	<i>7</i>
3.- <i>Modelar la demanda: GARMA y GAMLSS.</i>	<i>8</i>
4.- <i>La Programación Estocástica.....</i>	<i>10</i>
PROBLEMA A ESTUDIAR.....	12
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
METODOLOGÍA.....	14
1.- <i>Exploración de la demanda de medicamentos y categorización de los productos para el estudio según el perfil de demanda referidos al arsenal de medicamentos de la Farmacia Policlínico de Medicina.</i>	<i>14</i>
1.1.- <i>Selección de artículos mediante el uso de Metodología de Pareto (ABC).</i>	<i>14</i>
1.2.- <i>Criterios de inclusión y exclusión.....</i>	<i>15</i>
1.3.- <i>Diagramas de caja e histogramas con R – Project.....</i>	<i>15</i>
2.- <i>Determinación de la temporalidad de la serie de datos.</i>	<i>16</i>
3.- <i>Determinación de los parámetros de costos asociados a la gestión de inventario.</i>	<i>17</i>
3.1.- <i>Costos involucrados en el almacenamiento de productos (h_i).....</i>	<i>17</i>
3.2.- <i>Costos involucrados en la generación de una orden de compra (o_i):.....</i>	<i>19</i>
3.3.- <i>Costos por desabastecimiento (s_i):.....</i>	<i>20</i>
3.4.- <i>Monto máximo de compra (C_t):</i>	<i>22</i>
3.5.- <i>Precio unitario (u_i):</i>	<i>22</i>
3.6.- <i>Revisión del nivel de inventario:</i>	<i>23</i>
4.- <i>Pronosticar la demanda a satisfacer a través de modelos probabilísticos.</i>	<i>23</i>
4.1.- <i>Ajuste de las distribuciones con el Criterio de Akaike</i>	<i>24</i>
4.2.- <i>Modelar la demanda de un medicamento</i>	<i>25</i>

4.2.1.- <i>Uso de GARMA para modelar la demanda de un medicamento con dependencia temporal</i>	26
4.2.2.- <i>Uso de GAMLSS para modelar la demanda de un medicamento sin dependencia temporal</i>	28
4.3.3.- <i>Estimación de los parámetros por medio de GARMA/GAMLSS</i>	29
5.- <i>Formulación de un modelo probabilístico de inventario</i>	30
MATERIALES	35
RESULTADOS	36
DISCUSIONES	62
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	83

ABREVIATURAS

EOQ	:	Cantidad económica a ordenar
EPQ	:	Cantidad económica a producir
GARMA	:	Modelo lineal generalizado autorregresivo de media móvil
GAMLSS	:	Modelo aditivo generalizado para parámetros de ubicación, escala y forma.
ACF	:	Función de autocorrelación
PACF	:	Función de autocorrelación parcial
DPUT	:	Demanda por unidad de tiempo
FPM	:	Farmacia Policlínico de Medicina
AIC	:	Criterio de información de Akaike
GML	:	Modelos lineales generalizados
PDF	:	Función de densidad de probabilidad
SEIS	:	Sistema expertos ingeniería de software
PPP	:	Precio promedio ponderado
AFT	:	Arsenal Farmacoterapéutico
SDT	:	Sin demanda temporal
CDT	:	Con demanda temporal
(P)	:	Parcial
MPM	:	Medicamentos programa ministeriales
NO	:	Distribución Normal
GA	:	Distribución Gamma

NBII	:	Distribución binomial negativa tipo II
ZINBI	:	Distribución binomial negativa inflada en cero
mu	:	Precisión del modelo
Z	:	Valor binario (1,0) si ay o no que ordenar
Q	:	Cantidad óptima a comprar
I	:	Saldo
B	:	Desabastecimiento
CT	:	Costos totales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama ABC para la Farmacia Policlínico de Medicina período 2020 - 2023.	37
Figura 2: Diagrama de Pareto para los medicamentos de la Farmacia Policlínico de Medicina 2020 - 2023	38
Figura 3: Diagrama para el criterio de exclusión	39
Figura 4: Cuartiles, mediana, promedio y valore máximo y mínimo para los consumos de Glargina 100UI/ml y Glargina 300UI/ml en el período 2020 - 2023.	39
Figura 5: Diagramas de caja para los consumos de Insulina Glargina 100 UI/ml y 300 UI/ml.....	40
Figura 6: Histogramas para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml.....	40
Figura 7: Diagrama de caja comparativo para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml.....	41
Figura 8 A, B y C: Diagramas de caja para el consumo de medicamentos seleccionados para el período en estudio.	42
Figura 9: Gráficos de temporalidad para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml	44
Figura 10: Gráficos de la función de autocorrelación para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelos de gestión de inventario para datos con demanda determinística	6
Tabla 2: Modelos de gestión de inventario para datos con demanda estocástica o probabilística	6
Tabla 3: Costos involucrados en el almacenamiento de medicamentos.....	18
Tabla 4: Costos involucrados en la emisión de órdenes de compra	19
Tabla 5: Resumen de datos Diagrama ABC.....	37
Tabla 6: Categorías para los medicamentos seleccionados a partir del Diagrama ABC.....	45
Tabla 7: Monto máximo de compra (Ct) asociado a la Farmacia del Policlínico de Medicina.....	48
Tabla 8: Resumen de parámetros de costo en la gestión de inventario	49
Tabla 9: Resultados criterio de Akaike (AIC).....	51
Tabla 10: Resultados de la programación estocástica en dos etapas para calcio 500mg /vitamina D 400UI.....	53
Tabla 11: Resumen comparativo para el costo total real comparado con el costo total de las distribuciones y el porcentaje de ahorro	56
Tabla 12: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda alta.....	58
Tabla 13: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda media... ..	59
Tabla 14: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda baja.....	60
Tabla 15: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda baja con intermitencia.....	61

ANEXOS

Anexo A: Medicamentos seleccionadas a partir de las categorías del Diagrama ABC	83
Anexo B: Resumen de datos para los medicamentos seleccionados	84
Anexo C: Diagramas de caja para los medicamentos seleccionados	84
Anexo D: Diagramas de Caja, histogramas y gráficos de temporalidad y ACF para los fármacos seleccionados.	85
Anexo E: Valorización de los ítems de costeo para el almacenamiento	96
Anexo F: Valorización de los ítems de costeo para la emisión de las órdenes de pedido.....	97
Anexo G: Tabla resumen para los artículos recepcionados y las órdenes de compra emitidas durante el año 2023.....	98
Anexo H: Diferenciales de precio para los Medicamentos faltantes de CENABAST	99
Anexo I: Recepciones mensuales por la unidad de logística para los productos en estudio - 2023.	103
Anexo J: Distribuciones anuales por parte de la unidad de logística a las diferentes farmacias 2023	104
Anexo K: Informe stock fin de mes para la Farmacia policlínico de Medicina obtenido de Sistemas Expertos.	104
Anexo L: Resultados de la programación estocástica para las distribuciones revisadas sobre los medicamentos seleccionados.	105
Anexo M: Consolidado de la programación estocástica para las distribuciones estudiadas sobre los medicamentos seleccionados.	112

RESUMEN

La gestión logística y abastecimiento en hospitales son procesos críticos, considerando que toman decisiones ante escenarios inciertos. El objetivo del estudio fue analizar el impacto de las categorías de demanda en medicamentos sobre los modelos de inventario aplicables a la farmacia de especialidades médicas del Hospital del Salvador. La metodología incluye categorizar la demanda entre los años 2020 y 2023, utilizando el diagrama de Pareto y explorando patrones con gráficos de temporalidad y funciones de autocorrelación. Para la gestión de inventarios se obtuvieron los parámetros de costo. La demanda se modeló para las distribuciones normal, gamma, binomial negativa tipo II e inflada en cero, evaluando cada ajuste a través del criterio de Akaike. La programación estocástica en dos etapas permitió obtener pronósticos de precisión, desabastecimiento, saldo, costos totales y ahorros, cuyo desempeño fue evaluado mediante la escala de Likert. Trece artículos representativos fueron seleccionados para las categorías de demandas alta, intermedia, baja e intermitente. Según el criterio de Akaike, las mejores distribuciones fueron la normal para demandas alta y media, la gamma para la baja, y la inflada en cero para la intermitente. Los costos totales mejoraron con al menos una distribución para nueve de los trece casos evaluados. Las conclusiones sugieren que para cada categoría de demanda existen tendencias claras respecto a las distribuciones más aptas, siendo necesario evaluar más casos que confirmen dichos hallazgos. Además, las excepciones deben explorarse y caracterizarse para identificar la distribución con mejor desempeño para la toma de decisiones.

Palabras claves: Programación estocástica en dos etapas, modelos de inventario en farmacias

ABSTRACT

The impact of medicine demand profiles on inventory management models applicable to the medical specialties' pharmacy at the Hospital del Salvador.

Logistic and supply management in healthcare settings are critical processes because they are based on uncertain and inaccurate scenarios. The objective of this study was to analyze the impact of the demand categories for medicines on the inventory models applicable to the medical specialties' pharmacy at the Hospital del Salvador. The methodology includes categorizing the demand for medicines between from 2020 to 2023 based on the Pareto diagram and exploring patterns using temporality graphs and the autocorrelation function. Parameters of cost for inventory management were obtained. The demand was modeled for normal, gamma, negative binomial type II, and zero-inflated distributions, which were fitted using the Akaike Information Criterion. Two-stage stochastic programming was employed to obtain forecast parameters of precision, stock-outs/ins, total costs and savings. Their performances were also evaluated using the Likert scale. Thirteen representative items were selected for the demand categories: high, medium, low and intermittent. According to the Akaike information criterion, the best distributions are: normal for high and medium demand, gamma for low demand and zero-inflated for intermittent demand. Total costs improved in 9 of the 13 cases evaluated with at least one of the distributions. The conclusions suggest that there is a tendency for a most suitable distribution in each different category, which requires further evaluation to confirm these findings. Furthermore, the exceptions also need to be explored and characterized in order to define which distribution provides the best performance in the decision-making process.

Keywords: two-stage stochastic programming, probabilistic inventory models in pharmacies

INTRODUCCIÓN

La Farmacia del Policlínico de Especialidades Médicas o del Policlínico de Medicina del Hospital del Salvador atiende aproximadamente 4.000 usuarios mensuales, alcanzando alrededor de 300 millones de pesos en gasto mensual, con un arsenal de aproximadamente 160 medicamentos. Las especialidades médicas que conforman este centro de costo y a las cuales se les dispensan los medicamentos son: Reumatología, Endocrinología, Cardiología, Nefrología, Gastroenterología, además de Diabetes y Nutrición. A las antes mencionadas se adiciona Medicina Física y Rehabilitación, cuyos usuarios también son atendidos en esta Farmacia y corresponde a un centro de costo diferente (SSMO, s.f.).

Así como en muchas otras instituciones, esta área de la atención ha evidenciado un rápido incremento en la demanda de medicamentos, la cual contribuye en forma importante al gasto sanitario institucional y que ha sido simultáneo al crecimiento sostenido en la demanda de pacientes atendidos (Ahmadi-Javid et al., 2017). Las necesidades de la población se han visto incrementadas en una velocidad mayor de lo que lo hacen los recursos disponibles, lo anterior debido al envejecimiento de la población demandando tratamientos para patologías crónicas (Soto Álvarez, 2001), y que conlleva a la diversificación de los arsenales farmacoterapéuticos incorporando nuevos medicamentos para satisfacer las necesidades crecientes en este nuevo escenario de la población usuaria. Consecuentemente, los nuevos fármacos incorporados, si bien pueden ser más eficaces, son de mayor costo.

La gestión de la logística y abastecimiento en la salud pública

La creciente diversidad de medicamentos incorporados a los arsenales farmacoterapéuticos (AFT), así como en la demanda de fármacos ya existentes, aumenta la complejidad en la gestión de inventario, tanto para la farmacia como para las unidades de logística y abastecimiento. Tradicionalmente en Chile, las aproximaciones económicas para la programación de medicamentos se basan en consumos promedios, a partir de los cuales se realizan estimaciones empíricas a lo largo del tiempo (Rojas et al., 2015). De igual forma se realiza la programación y reprogramación de la intermediación a través de la CENABAST, requiriendo un plazo mayor de anticipación (Garay et al., 2017). El gran problema en el análisis del promedio para la demanda radica cuando se omite el análisis de su variabilidad intrínseca, así como la variabilidad en los tiempos de reposición (Vidal et al., 2011). La variabilidad intrínseca se refiere a las fluctuaciones aleatorias de la demanda, lo que genera incerteza en la estimación futura. La variabilidad en los tiempos de reposición refiere a la incertidumbre a la que está sujeto el proceso de suministro (Arango-Serna et al., 2017). Como resultado de las variaciones en la demanda, autores como Lee et al. (2004) sostienen que la metodología empírica basada en ensayo y error estimativo tiende a generar sobreexistencia. Contrariamente, las faltas de stock generan un registro de consumo muy inferior a la necesidad real, por lo que pudiera contribuir hacia el desabastecimiento al desestimar la demanda real (Dias et al., 2012). Adicionalmente, demandas estimadas para medicamentos cuyo perfil de consumo es intermitente y/o temporal o estacional pueden hacerse poco

previsibles ya que pueden aportar tanto al desabastecimiento cuando el consumo aumenta o a la sobreexistencia cuando la demanda disminuye (Kalaya et al., 2019; Rojas et al., 2020) y (Kalaya et al., 2023).

Por lo antes expuesto, la gestión de la logística y abastecimiento en las instituciones de salud se convierten en un proceso crítico y relevante considerando la limitación presupuestaria (Castrellón-Torres et al., 2014). Lo anterior ha promovido el interés de los responsables en la toma de decisiones, para desarrollar sistemas eficientes y eficaces en dicha materia (Ahmadi-Javid et al., 2017).

En un contexto económico y organizacional, la planificación en la gestión de pedidos, almacenamiento y distribución de medicamentos es esencial en las instituciones de salud (Arango-Serna et al., 2017). Esto se debe a las altas expectativas por parte de los usuarios respecto a la disponibilidad de medicamentos, con el objetivo de garantizar la efectividad del sistema y asegurar la cobertura necesaria en la dispensación al usuario (Castrellón-Torres et al., 2014).

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

1.- Modelos para la optimización de la gestión de inventario en salud

La gestión de inventarios tiene como finalidad la administración de recursos, teniendo como objetivo mantener un inventario de seguridad que permita garantizar la disponibilidad cuando éstos sean requeridos. No obstante, para lograr lo antes mencionado, cada institución debe identificar qué mecanismo se ajusta de acuerdo al tipo de demanda y su entorno de operaciones; considerando además que algunos escenarios no permiten determinar la tendencia con precisión (Ballou, 2004).

Por lo anterior, los investigadores en la materia han desarrollado diversos enfoques para modelar la demanda con la finalidad de resolver los problemas de inventario, teniendo básicamente dos tipos de modelos:

(1) Los modelos determinísticos que utilizan los datos históricos para la gestión de inventarios y la predicción precisa de la demanda. Así se asume que tanto la demanda como el tiempo de suministro son conocidos con certeza (Parada & Trujillo, 2019).

(2) Los modelos estocásticos o probabilísticos consideran la incertidumbre y variabilidad en la demanda para la gestión de inventarios; por ende, se asume que la demanda y el tiempo son inciertos por lo que son descritos como una distribución de probabilidad (Saha & Ray, 2019). Si bien no se pueden predecir con exactitud, sí podrían ser pronosticados dentro de un intervalo de confianza (Álvarez & Torres,

2020). Estos son especialmente importantes en la atención médica, donde la demanda puede variar significativamente según la cantidad de paciente y la necesidad de tratamientos (Saha & Ray, 2019).

Existe un tercer tipo de modelo categorizado como un enfoque de libre distribución, los cuales no asumen una distribución específica para la demanda sino un enfoque general para la gestión de inventarios utilizando técnicas de optimización como la programación dinámica y la optimización de funciones de utilidad (Saha & Ray, 2019).

Dentro de estos modelos de gestión de inventario están los determinísticos y los estocásticos, siendo todos ellos una forma de tomar decisiones de abastecimiento, donde cada uno ofrece una alternativa de optimización, siendo las organizaciones las que deben investigar sus procesos, modelarlos para ver cuáles son los que se adaptan de mejor forma de acuerdo a sus realidades (Lorenzo, 2004). Los principales modelos de gestión de inventario tanto para la demanda determinística como para la estocástica han sido compilados por los autores Parada y Trujillo en las tablas 1 y 2 respectivamente (2019, p. 18).

Los modelos probabilísticos o estocásticos de inventario permiten administrar y gestionar los productos con el objeto de mantener un stock adecuado y garantizar su disponibilidad en el momento de ser requerido. Básicamente, son funciones de costo que están asociadas a cierto tipo de restricciones. Dentro de las funciones de

costo, se tiene el costo de almacenar, de realizar solicitud de compra (ordenar) y desabastecimiento. Dentro de las restricciones están: el presupuesto, el espacio para recibir y almacenar, entre otros (Parada & Trujillo, 2019).

Tabla 1: Modelos de gestión de inventario para datos con demanda determinística

Modelo	Política	Objetivo	Descripción
EOQ	Revisión continua	Costo mínimo	El modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ), supone la existencia de un solo artículo en el sistema de inventarios y una tasa de reabastecimiento infinita. El tiempo de entrega es distinto de cero y no se permiten órdenes en camino antes de colocar una nueva orden.
	Revisión periódica	Costo mínimo	El modelo de cantidad económica (EOQ) con <i>política de revisión periódica</i> , supone que el tiempo de entrega es cero, donde el valor óptimo del periodo de revisión es igual al nivel de inventario objetivo sobre la demanda conocida.
EPQ	Revisión continua	Costo mínimo	La cantidad económica a producir (EPQ) es una extensión del modelo EOQ, no obstante, EPQ maneja una tasa de reabastecimiento finita y permite que ocurran faltantes y se efectúe el cumplimiento de órdenes atrasadas, de acuerdo a una política de tolerancia por parte de la administración en cuanto al tiempo de retraso.
Modelo de Descuento por cantidad	Revisión periódica	Minimizar el costo total	En este modelo se considera un descuento en todas las unidades y un plan de descuento incremental. El primero aplica el descuento en el precio a todos los artículos, si la cantidad excede el corte del descuento. Para el descuento incremental, se aplica el descuento solo al precio de las unidades que exceden la cantidad del corte.

Fuente: Parada y Trujillo (2019, p.18)

Tabla 2: Modelos de gestión de inventario para datos con demanda estocástica o probabilística

Modelo	Política	Objetivo	Descripción
(Q,R)	Revisión continua	Costo Esperado Mínimo	Se presenta un enfoque administrativo, donde se establece una política de servicio y un enfoque de optimización. Este modelo es la versión estocástica del EOQ determinístico.
Inventario Base	Revisión continua	Costo Esperado Mínimo	El nivel de inventario base es la porción más baja del inventario necesaria para mantener un nivel de servicio dado. Este modelo tiene los niveles más bajos de inventario, pero el número de ordenes de pedido es alta.
Dos contenedores	Revisión continua	Costo Esperado Mínimo	El inventario se almacena en dos contenedores, una vez se vacía el primer contenedor, se usa el segundo contenedor como repuesto mientras llega la orden que abastece el contenido original del contenedor suplente y el restante se deposita en el contenedor uno, lo que permite tener stock disponible para suplir la demanda.
(S,T)	Revisión periódica	Costo Esperado Mínimo	Este modelo tiene dos enfoques, uno de optimización que se basa en el costo por faltantes y un enfoque administrativo que se fija en el nivel de servicio. Considera dos variables de decisión: el intervalo de revisión y el inventario objetivo.

Fuente: Parada y Trujillo (2019, p.18)

Considerando la simultaneidad de restricciones, los modelos de inventario tienen la capacidad de determinar la cantidad y el momento en que se deben solicitar pedidos respecto a las demandas futuras, permitiendo ejecutar una buena planificación y toma de decisiones, evitando tanto el desabastecimiento, así como el sobre stock. (Faune, 2016).

En resumen, los modelos determinísticos pueden ser sencillos y menos costosos de implementar, ya que no requieren de técnicas estadísticas avanzadas ni sistemas informáticos especializados, pudiendo requerir menor mantenimiento y actualización. Sin embargo, no consideran la incertidumbre y la variabilidad de la demanda. Por otro lado, los modelos probabilísticos, si bien pueden ser más complejos, más costosos de implementar y requerir mantención; sí consideran la incertidumbre y variabilidad de la demanda, lo que puede mejorar la precisión en la predicción, reduciendo errores asociados al pronóstico (Parada & Trujillo, 2019).

2.- Temporalidad de los datos.

Implementar un modelo de gestión de inventario requiere, en primer lugar, determinar las tendencias en el comportamiento de los datos (temporalidad de la serie de datos) para luego establecer los parámetros que se emplearán en el modelo. Además, para pronosticar la demanda es necesario considerar diversos elementos implicados, como las oscilaciones y tendencias en el comportamiento histórico de los datos (ya sean aumentos o descensos), ciclicidad o estacionalidad

y las posibles correlaciones de la demanda respecto de otras variables exógenas o endógenas (Rojas, 2019). Para determinar si la demanda está o no sujeta a patrones de temporalidad, se pueden utilizar las funciones de autocorrelación (ACF) o las funciones de autocorrelación parcial (PACF) (Granda, 2023). La autocorrelación corresponde a una medida de asociación que determina en qué medida cambian los valores de una serie temporal y su desfase (rezago) a lo largo del tiempo, para así determinar cuáles son los valores de series pasadas más útiles para predecir valores futuros (IBM, 2021). La ACF mide la autocorrelación de una serie temporal a diferentes intervalos de tiempo, siendo útil para determinar si una serie temporal es estacionaria o no. Por su parte, la PACF mide la autocorrelación entre dos puntos de una serie temporal para así considerar la autocorrelación entre los puntos intermedios. Su utilidad está en determinar la cantidad de términos de retraso incluidos en un modelo de regresión lineal y así ajustar una serie temporal en forma más adecuada. (Granda, 2023).

3.- Modelar la demanda: GARMA y GAMLSS.

Para predecir las cantidades a demandar se deben considerar varios factores entre los que se pueden mencionar: oscilaciones de los datos históricos, tendencias en el tiempo (aumento o decremento), factores estacionales y/o cíclicos, además de la variable aleatoria y su autocorrelación, es decir, la persistencia de ocurrencia en el período determinado bajo estudio. De esta forma, se define una política a seguir

que permita mantener un stock apropiado de medicamentos y que permita controlar las existencias evitando excedentes en el inventario (Faune, 2016).

Los modelos GARMA (Generalized Autoregressive Moving Average) se utilizan para modelar y describir la demanda con dependencia temporal (Rojas et al., 2019). Por otro lado, GAMLSS (Generalized Additive Models for Location Scale and Shape) es útil para modelar la demanda cuando no posee dependencia temporal (Stasinopoulos & Rigby, 2007). Ambos tipos de modelos son herramientas poderosas en estadística para comprender y predecir datos con estructuras diversas, ya sea en el ámbito de las series temporales o en la modelización de distribuciones de variables de interés.

GARMA corresponde a un modelo de dependencia temporal y de estadística en la demanda por unidad de tiempo (DPUT). Los modelos GARMA son modelos utilizados para series temporales que combinan elementos de modelos autorregresivos (ARMA) con estructuras de medias móviles generalizadas y permiten capturar patrones complejos de dependencia temporal en los datos (Benjamin et al., 2003).

Los modelos GAMLSS son modelos estadísticos flexibles que permiten modelar la distribución de una variable de respuesta en función de múltiples predictores. Estos modelos permiten capturar la relación entre variables independientes y la media, la dispersión y la forma de la distribución de la variable dependiente (Stasinopoulos &

Rigby, 2007). Son modelos semi-paramétricos; es decir, paramétricos ya que deben asumir que la variable respuesta sigue una determinada distribución paramétrica (ej. normal, beta) y semi, ya que los parámetros de distribución pueden ser modelados de forma independiente y siguiendo funciones no paramétricas (Amat, 2020). Por esta razón es que GAMLSS se convierte en una herramienta versátil al momento de modelar variables frente a una amplia gama de distribuciones (asimétricas, no normales, etc.), pudiendo modelar la demanda por unidad de tiempo con una distribución binominal negativa tipo 2, permitiendo un ajuste de demanda con distintos grados de asimetría (Stasinopoulos & Rigby, 2007).

Una vez modelada la demanda con o sin dependencia temporal, se puede realizar la optimización de los costos totales de la gestión de inventarios por medio de la programación estocástica.

4.- La Programación Estocástica.

La programación estocástica es una metodología utilizada para expresar modelos de inventario en los que la demanda es parte de los parámetros que describen la función objetivo o sus restricciones. Se basa en programas matemáticos lineales, no lineales o enteros, y utiliza distribuciones estadísticas para describir el comportamiento de los datos de demanda. En logística, su función objetivo es optimizar los costos totales del inventario. Rojas et al. (2015) propusieron un algoritmo diferencial para resolver problemas de optimización de este tipo.

En escenarios que impliquen aleatoriedad o incertidumbre, se puede aplicar un enfoque de dos etapas:

1. Primera etapa: Las decisiones de compra se toman sin conocer la demanda para el período de reposición. El objetivo es minimizar el costo total, que incluye los costos de realizar una compra y los costos asociados a subestimar la demanda.
2. Segunda etapa: Una vez tomadas las decisiones de stock, y considerando la posibilidad de desabastecimiento, se generan escenarios estocásticos para la demanda. En esta etapa, se captura la incertidumbre a través del análisis de escenarios y se considera la función objetivo asociada al riesgo en la toma de decisiones (Álvarez & Torres, 2020).

La programación estocástica en dos etapas permite que el ahorro total utilizando el modelo probabilístico corresponda a la suma de los ahorros generados en ambas etapas del modelo dimensionado de lotes.

PROBLEMA A ESTUDIAR

En términos generales, la mayoría de los modelos de gestión de inventario admiten el uso de la demanda determinista o predecible. Contrariamente, de acuerdo a lo planteado por Liu et al. (2017), el ámbito sanitario se ve enfrentado a un escenario de constante incertidumbre en sus demandas, las que dificultan el determinar cuánto y cuándo adquirir, obstaculizando una práctica adecuada en gestión de minimización de costos (Bhakoo et al., 2012).

Por otro lado, si bien existen trabajos como los de Arango-Serna et al. (2017), Rojas (2017), Rojas et al. (2019, 2021) y algunas revisiones en la literatura como las de Saha y Rey (2019) y Cuervo et al. (2021) que muestran muy buenas aproximaciones en relación con los modelos de inventario y la programación estocástica, no todos los modelos se ajustan adecuadamente a diversos perfiles de demanda. Por consiguiente, resulta crucial estudiar el impacto de las categorías de demanda (que pueden ser descritas por diversos modelos matemático-estadísticos), y evaluar cómo afectan en el desempeño de los modelos de inventario, buscando proporcionar una perspectiva más precisa para la toma de decisiones de abastecimiento útiles en el área farmacéutica. Así, obtener una mejor aproximación en la selección del modelo probabilístico de inventario, permitiendo hacer más eficiente la toma de decisiones de abastecimiento de medicamentos en la institución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el impacto de los perfiles de demanda de medicamentos sobre modelos de gestión de inventarios aplicables a la Farmacia del Policlínico de Especialidades Médicas del Hospital del Salvador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Ilustrar en base a datos reales los perfiles de demanda utilizados en la Farmacia del Policlínico de Medicina del Hospital del Salvador.
- 2.- Ajustar distribuciones probabilísticas teóricas a datos reales seleccionados de los distintos perfiles de demanda.
- 3.- Construir modelos de abastecimiento útiles para los productos ilustrativos.
- 4.- Comparar medidas de performance de modelos de inventario para definir los mejores desempeños respecto a los perfiles de demanda de los productos ilustrativos.

METODOLOGÍA

1.- Exploración de la demanda de medicamentos y categorización de los productos para el estudio según el perfil de demanda referidos al arsenal de medicamentos de la Farmacia Policlínico de Medicina.

1.1.- Selección de artículos mediante el uso de Metodología de Pareto (ABC).

El arsenal farmacológico de la Farmacia del Policlínico de Medicina (FPM) cuenta con 196 descriptores de los cuales 185 corresponden a los fármacos. Para su categorización y subsecuente selección de medicamentos para el estudio, se utilizará el diagrama de Pareto o metodología ABC, el cual permite seleccionar artículos idealmente en base a su criticidad, es decir, si generan un alto consumo, presentan un costo unitario elevado, ya que no todos los productos requieren la misma rigurosidad en su control (Martínez Winter, 2013). Por lo anterior, el ABC permitirá establecer criterios de clasificación sobre el consumo en tramos como los descritos por Román Cáceres (2010), siendo estos:

- ✓ Grupo A: el 80% del gasto está concentrado en el 20% de los artículos que conforman los productos más críticos.
- ✓ Grupo B: el 15% del gasto está asociado al 30% de los artículos.
- ✓ Grupo C: el 5 % del gasto está asociado al 50% de los artículos del inventario.

De esta forma se podrán categorizar los perfiles de consumos en alto, intermedio, bajo; y se incorporará además un grupo para aquellos artículos con comportamiento intermitente o estacional. Los datos consideran para cada producto las siguientes características: código del ítem, descriptor, cantidad demandada de los medicamentos en el período identificado, cantidad recepcionada en el período, costos unitarios del ítem.

1.2.- Criterios de inclusión y exclusión.

Para el estudio se considerarán solo medicamentos del arsenal de la FPM, los cuales deben aportar 48 datos de consumos mensuales para el período comprendido entre los años 2020 - 2024. Por lo anterior, quedarán excluidos medicamentos que hayan sido incorporados posterior al enero 2020 o que hayan sido excluidos del arsenal previo a diciembre 2023, por aportar menos datos para la revisión.

1.3.- Diagramas de caja e histogramas con R – Project.

Los diagramas de caja o de “caja y bigotes” describen la distribución de la variable usando cuartiles. La línea inferior y superior del rectángulo representan el primer y tercer cuartil, lo cual también se conoce como rango intercuartílico, siendo la mediana la línea que atraviesa el rectángulo. Las líneas que salen de la caja corresponden a los valores mínimos y máximos (conocidos como bigotes). Los números sueltos corresponden a valores atípicos (outliers). Lo anterior permite

visualizar e inferir aspectos sobre su dispersión, ubicación y simetría. En la consola de R se utiliza la función `boxplot ()` para crear este tipo de gráficos, o a partir del paquete Rcmdr con Boxplot. Los histogramas se obtienen directamente con Rcmdr (Xie, 2016).

2.- Determinación de la temporalidad de la serie de datos.

Como ya se mencionó, la aplicación de un modelo de gestión requiere previamente modelar la demanda de los productos a estudiar, con el objeto de pronosticar o predecir las tendencias futuras, considerando la variabilidad existente en ésta (Faune, 2016). Para modelar la demanda, se requiere identificar la presencia o no de temporalidad en los datos, lo cual es fundamental al aplicar metodologías basadas en modelos estadísticos para múltiples productos. Por ello, se utilizarán las funciones `plot (ts)` para obtener la serie temporal y utilizará la función `acf (ts)` para la autocorrelación, a través de la consola R.

Al considerar las demandas de cada producto como una variable aleatoria y con dependencia en el tiempo, éstas se modelan a través de GARMA (Rojas et al., 2022). Por el contrario, si no hay dependencia temporal, éstas se modelan a través de GAMLSS (Rojas et al., 2019). Esto permitirá obtener un valor pronóstico (μ) a partir de la distribución seleccionada.

En términos prácticos, un valor ACF 1.0 para rezago cero (Lag = 0) corresponde al último valor de la serie de datos para el análisis; por dicha razón, el valor siempre será 1, siendo la correlación de la propia variable consigo misma. De esta forma, se evalúan los rezagos desde el lag 1 en adelante para determinar los valores de series pasadas más útiles para predecir valores futuros. Valores cercanos al rezago 0 tienen mayor potencial predictor respecto de los más alejados en el tiempo.

3.- Determinación de los parámetros de costos asociados a la gestión de inventario.

Los costos en la gestión de inventario se refieren a los gastos asociados a la actividad a realizar y que incluyen la emisión de una orden de pedido, la mantención de un producto en stock o almacenamiento y a las posibilidades de que se generen excedentes o faltas (o desabastecimiento), como parte intrínseca de la dinámica del proceso de abastecer (Parada & Trujillo, 2019). El desglose de costos ha sido detallado por Rojas et al. (2015), siendo la metodología propuesta como base para el cálculo.

3.1.- Costos involucrados en el almacenamiento de productos (h_i)

El costo de almacenamiento se estima a través de la sumatoria de costos involucrados en mantener un artículo dentro del inventario durante un período determinado (Ca_n), siendo adaptado de la propuesta de Eppen et al. (2000), para lo

cual se considerarán los costos anuales para la unidad de logística, los cuales se detallan en la tabla 3.

Tabla 3: Costos involucrados en el almacenamiento de medicamentos

Ca_n	Ítems de costeo en almacenamiento
Ca ₁	Costo anual correspondiente a materiales de limpieza y oficina
Ca ₂	Costo anual equipo para el procesamiento de la información
Ca ₃	Costo anual asociado al servicio básico electricidad, agua y telecomunicaciones
Ca ₄	Costo anual del salario y seguridad social del personal involucrado en logística
Ca ₅	Costo anual de amortización de la infraestructura, mantención arriendo de instalaciones y/o servicios
Ca ₆	Costo anual de mermas

Fuente: Adaptado de Eppen et al. (2000)

El cálculo del costo unitario por almacenar una unidad de cualquier producto durante un año (h_i) está dada por la siguiente expresión adaptada del trabajo de Gallego (1990):

$$h_i = \frac{\sum C a_n}{\frac{Q}{2}}$$

Donde:

h_i : El costo unitario por almacenar una unidad durante un año.

$C a_n$: Sumatoria de los costos involucrados en mantener un artículo durante un tiempo determinado.

$\frac{Q}{2}$: Cantidad media del producto almacenado, y que vienen dadas por las unidades abastecidas Q en el año.

Los datos se obtienen a partir del sistema informático expertos (módulo de logística, estadísticas de logística para el año 2023 (Q), para los medicamentos recibidos bajo concepto de compra de medicamentos por intermediación (CENABAST) y las compras normales, además de los medicamentos de programas ministeriales (MPM).

3.2.- Costos involucrados en la generación de una orden de compra (o_i):

Se determina a través de la sumatoria de costos anuales involucrados en la generación de las órdenes de compra (o_n), respecto al total de pedidos realizados durante un año en la unidad de logística (o_c). El total de costos asociados a la emisión de las órdenes de pedido son descritos en la tabla 4.

Tabla 4: Costos involucrados en la emisión de órdenes de compra

O_n	Ítems de costeo en abastecimiento
O_1	Costo anual correspondiente a materiales de limpieza y oficina
O_2	Costo anual equipo para el procesamiento de la información
O_3	Costo anual asociado al servicio básico electricidad, agua y telecomunicaciones
O_4	Costo anual del salario y seguridad social del personal involucrado en logística
O_5	Costo anual de amortización de la infraestructura, mantención, arriendo de instalaciones y/o servicios

Fuente: Adaptado de Hernández (2011)

El cálculo del costo unitario de pedidos (o_i) se obtiene por la generación de órdenes de pedido (o_n) Lo anterior es una adaptación de la metodología de Hernández (2011).

$$o_i = \frac{\sum o_n}{o_c}$$

Donde:

o_i : Costo unitario en la emisión de una orden de pedido.

o_n : Corresponde a la sumatoria de todos los costos relacionados con la emisión de la orden de compra.

o_c : Número de órdenes de pedido generadas durante un año.

Por parte de la unidad de abastecimiento se recopilará información referida a las cantidades de órdenes de compra emitidas (o_n) durante el año 2023.

Al igual que en el caso anterior, los datos se obtienen a través del sistema informático expertos (módulo de logística, estadísticas de logística), para las órdenes de compras emitidas asociadas a la recepción de medicamentos (CENABAST y compras normales) y los fármacos recepcionados por concepto de MPM.

3.3.- Costos por desabastecimiento (s_i):

Es considerado cuando existe demanda de un artículo que no se encuentra en la unidad de logística, generando una falta de stock, en un escenario en que la mayoría

de los medicamentos están intermediados a través de CENABAST. Por lo tanto, el costo de la escasez corresponde a un gasto asociado para cubrir un producto faltante (ya sea por no envío de la totalidad intermediada o por su envío parcial). En el ámbito de salud, la entrega de emergencia asociada a un faltante puede asociar un gasto considerable (Kelle et al., 2012).

El costo por desabastecimiento se estima como la diferencial entre el precio unitario CENABAST y el precio unitario del proveedor alternativo (compra normal) dividido por el precio unitario CENABAST en razón del número de ítems sujetos a incumplimiento durante el año 2023, expresado en porcentaje.

$$s_i = \frac{\sum \frac{(pu C - pu N)}{pu C}}{n}$$

Donde:

s_i : costo del desabastecimiento (%).

$pu C$: Costo unitario incumplimiento CENABAST.

$pu N$: Costo unitario medicamento a recibir por compra normal.

n : número de ítems en estado de incumplimiento.

Los datos se obtienen a través del módulo logística del sistema informático expertos, a partir del cual se obtuvo la diferencial entre el precio unitario CENABAST para el producto faltante versus el precio unitario de la compra normal (ya sea licitación, trato directo o compra ágil).

3.4.- Monto máximo de compra (C_t):

Se estima mediante la cantidad máxima adquirida por el precio de adquisición en el período correspondiente. Este costo adquiere relevancia para capacitar el modelo, implicando que la cantidad a ordenar no puede exceder un presupuesto asignado.

En la práctica, se deben revisar en el sistema informático expertos, módulo logística, las tarjetas bincard asociadas a las recepciones por parte de la unidad de logística de los medicamentos seleccionados para el período en estudio. Así determinar la cantidad máxima adquirida en un mes por su precio de adquisición correspondiente. En el caso de que un medicamento tenga recepción de dos proveedores diferentes en un mismo período, las valorizaciones se realizan para cada una por sus respectivos precios y luego se adicionan. Para calcular el C_t asociado a alguna unidad específica, se debe determinar la ponderación correspondiente respecto al total de unidades distribuidas a las diferentes secciones en el período en estudio.

3.5.- Precio unitario (u_i):

Corresponde al gasto por adquirir una determinada cantidad de medicamento y que se traduce en el costo de una unidad más IVA.

3.6.- Revisión del nivel de inventario:

Permite determinar el stock con el que se cuenta la farmacia a estudiar, al momento de la revisión para la aplicación del modelo.

Tanto el precio unitario como el nivel de inventario inicial se obtienen a través de sistema informático expertos en el módulo farmacia para el período a estudiar y que corresponde al último mes de los datos revisados.

4.- Pronosticar la demanda a satisfacer a través de modelos probabilísticos.

Previo a la implementación de un modelo de inventario es importante identificar el comportamiento de los datos. Por medio del uso de un algoritmo (descrito en el punto dos “Determinación de la temporalidad de la serie de datos”) y a partir de datos reales se debe discriminar si presentan o no asociación de temporalidad, así determinar los parámetros que se deben utilizar en el modelo (Parada & Trujillo, 2019).

Para el estudio se requerirán al menos contar con 30 datos de consumos mensuales; lo anterior se valida comprendiendo que los modelos GARMA y GAMLSS proveen de buenas aproximaciones con esta cantidad de datos.

4.1.- Ajuste de las distribuciones con el Criterio de Akaike

De acuerdo a lo señalado por Martínez et al. (2009), el criterio de información de Akaike (AIC) es una metodología simple y objetiva que permite caracterizar los datos experimentales para así seleccionar el modelo más apropiado. Por ello, es una medida de calidad relativa de un modelo estadístico y que se define como:

$$AIC = 2k - 2 \ln(L)$$

Donde:

- k : número de parámetros del modelo
- L : función de máxima verosimilitud y se vincula k

El criterio AIC utiliza un principio de parsimonia. Esto significa que al comparar diferentes modelos se busca un balance entre la capacidad predictiva del modelo y su menor complejidad, es decir, un mejor ajuste utilizando el menor número de parámetros, obteniendo un valor de AIC más bajo.

Con esta finalidad, se trabajará con el software R-project, el cual es un ambiente de programación compuesto por un conjunto de herramientas flexibles que pueden ser ampliadas por librerías o definiendo las propias funciones. Los paquetes “`gamlss` (`histDist`) y `gamlss.util`” cuentan con la función GARMA implementada en el software R y tiene más de 60 distribuciones probabilísticas de la familia exponencial,

las cuales a través del criterio de información Akaike (AIC) podrá indicar qué tan bien se adapta la distribución teórica a los datos reales. (Paladino, 2017).

4.2.- Modelar la demanda de un medicamento

Una vez clasificados los productos de acuerdo a su perfil de demanda (alta, intermedia, baja y estacional o intermitente), se procederá a seleccionar algunos casos ilustrativos (2 a 4) para cada perfil de consumo de medicamentos. Con los datos ya seleccionados en el período comprendido entre enero 2020 a diciembre 2023, se realizará un sistema de pronóstico de la demanda a satisfacer para el período subsecuente utilizando los modelos tipo GARMA y GAMLSS.

Primeramente, se define la política que garantice un nivel óptimo de existencias de medicamentos. Estas medidas deben considerar la variabilidad de la demanda en períodos fijos de revisión de stock y que permita estimar la cantidad de medicamentos a demandar (Y_t). Dichas variaciones en la demanda pueden deberse a situaciones de estacionalidad, ciclicidad o diversas eventualidades.

- Y_t , variable aleatoria demandada por unidad de tiempo (DPUT)
- $\mu_{yt} = E(Y_t)$, corresponde a la media de Y_t
- $\sigma_{yt}^2 = V(Y_t)$, corresponde a la varianza de Y_t

En general, Y_t puede ser modelado para distribuciones continuas como discretas.

4.2.1.- Uso de GARMA para modelar la demanda de un medicamento con dependencia temporal

La distribución condicional de cada observación (Y_t) para el modelo GARMA está dada para por la DPUT en cada ciclo de reposición. La demanda durante el tiempo de entrega (DLT) corresponde a la sumatoria de las DPUTs durante el lead time (l) o tiempo de entrega de un medicamento:

$$D = \sum_{t=1}^l Y_t$$

La demanda durante el período de entrega (DLT) tendrá función de densidad de probabilidad (PDF), donde f_D comprende valores positivos $[0, \infty]$, no negativos que se define como:

$$f_D(d) = \int_0^d f_d(v) dv$$

El conjunto de información pasada t hasta el tiempo t se describe como:

$$t = \{x_t, \dots, x_1, y_{t-1}, \dots, y_1, \mu_{t-1}, \dots, \mu_1\}$$

Donde x_t, y_t, μ_t representan los valores de las variables explicativas, la variable de respuesta y los parámetros del modelo para el tiempo t respectivamente. La distribución condicional de cada observación (Y_t) se considera que pertenece a la familia exponencial, dependiendo de la información pasada (H_t) al cumplir con la siguiente forma:

$$F_{(Y_t/H_t)} = \exp \left\{ \frac{y_t \theta_t - b(\theta_t)}{\varphi} + c(y_t, \varphi) \right\}$$

Donde:

- H_t : representa la información disponible hasta el momento t
- y_t : es la observación al momento t
- θ_t : es parámetro natural al momento t
- Φ : es parámetro de escala
- $b(\theta_t)$ y $c(y_t, \varphi)$: son funciones que definen una familia exponencial específica

La principal diferencia de los Modelos Lineales Generalizados (GML) y el modelo GARMA se debe a que este último incorpora términos autorregresivos y de media móvil, además de los términos lineales de las variables explicativas, pudiéndose expresar de la siguiente forma (Benjamin et al., 2003):

$$g(\mu_t) = \eta_t = \mathbf{x}_t^T \boldsymbol{\beta} + \sum_{h=1}^p \phi_h [g(y_{t-h}) - \mathbf{x}_{t-h}^T \boldsymbol{\beta}] + \sum_{j=1}^q \lambda_j [g(y_{t-j}) - \eta_{t-j}]$$

Donde:

- ϕ_h y λ_j : corresponden a parámetros autorregresivos y de media móvil para los componentes h-ésimo y j-ésimo de un modelo ARMA.
- Los términos p y q: son órdenes de los términos autorregresivos y de media móvil
- $g(y_{t-j})$: es una función de enlace monotónica bidimensionalmente diferenciable.

Es a través de esta forma que es posible capturar la estructura de la dependencia temporal haciéndolo más apropiado y flexible para modelar una serie de datos en el tiempo (Esparza-Albarracin et al., 2019).

4.2.2.- Uso de GAMLSS para modelar la demanda de un medicamento sin dependencia temporal

Los modelos GAMLSS permiten modelar la distribución de la variable respuesta por medio de cuatro parámetros que determinan su posición (μ), escala (σ), asimetría (ν) y curtosis o apuntamiento (τ) (o forma). Todos ellos pueden modelarse de forma independiente como funciones de los predictores, asumiendo que las observaciones de la variable respuesta siguen una distribución D con cuatro parámetros:

$$Y_i \sim D(\mu_i, \sigma_i, \nu_i, \tau_i)$$

Donde $Y_i=1, \dots, n$ es un vector $n \times 1$ de las respuestas de variables aleatorias y D es cualquier distribución con hasta cuatro parámetros de distribución.

Para $k = 1, 2, 3, 4$, sea $g_k(\cdot)$ una función de enlace monótona conocida y que relaciona un parámetro de distribución a un predictor k con covariables θ_k . Donde $f(y|\theta)$ será una función de densidad de probabilidad (PDF) condicional, donde los parámetros serán definidos como un vector de 4 parámetros de distribución $\theta = (\mu; \sigma; \nu; \tau)^T = (\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4)^T$, donde solo μ es una función de las covariables, las cuales mediante modelos semi paramétricos se definen como:

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = D_k \beta_k + \sum_{j=1}^{J_k} h_{jk}(d_{jk})$$

Y de la siguiente forma para cada uno de los parámetros:

$$g_1(\mu) = \eta_1 = D_1\beta_1 + \sum_{j=1}^{J_1} h_{j1}(d_{j1}) \quad g_3(v) = \eta_3 = D_3\beta_3 + \sum_{j=1}^{J_3} h_{j3}(d_{j3})$$

$$g_2(\sigma) = \eta_2 = D_2\beta_2 + \sum_{j=1}^{J_2} h_{j2}(d_{j2}) \quad g_4(\tau) = \eta_4 = D_4\beta_4 + \sum_{j=1}^{J_4} h_{j4}(d_{j4})$$

Donde μ , σ , v , τ , η_t y d_{jk} , para $j = 1, \dots, J_k$ y $k = 1, 2, 3, 4$ son vectores $n \times 1$. Aquí D_1 es una matriz de diseño conocida y β_1 los coeficientes de regresión a estimar en el vector $J_1 \times 1$. Adicionalmente, h_{jk} es una función aditiva semi paramétrica de la covariable D_{jk} evaluada en el vector d_{jk} , que se supone como fijo y conocido (Stasinopoulos & Rigby, 2007).

De esta forma, estos modelos aportan flexibilidad para el análisis de datos, permitiendo modelar en forma detallada y completa la distribución de la variable respuesta con distribuciones no pertenecientes a la familia exponencial, pudiendo estimar los parámetros de posición, escala y forma en función de predictores lineales y no lineales por medio de un método de máxima verosimilitud (Amat, 2020).

4.3.3.- Estimación de los parámetros por medio de GARMA/GAMLSS

La estimación de los parámetros en un modelo GARMA/GAMLSS se realiza por medio de la máxima verosimilitud, la cual se construye con el producto de las PDF condicionales de Y_t , dado el vector de estado η_1, \dots, η_4 , que resume la información y

es la función de enlace de μ , σ , ν , τ con el modelo GAMLSS. Esta función de verosimilitud se define como:

$$\ell(\theta) = \sum_{t=1}^n \log (f \gamma(y_t; \theta))$$

Donde:

$\ell(\theta)$: Es la función de máxima verosimilitud la cual se quiere maximizar hasta encontrar los valores de parámetro óptimos θ .

n : Es el número de puntos de datos.

$f\gamma(y_t; \theta)$: Representa la PDF de la distribución asumida para todos los datos observados y_t y parametrizados por θ .

Los parámetros θ se estiman maximizando la función log-verosimilitud sujeta a las ecuaciones del modelo GAMLSS, explicada en el punto anterior (Amat, 2020).

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = D_k \beta_k + \sum_{j=1}^{J_k} h_{jk}(d_{jk})$$

5.- Formulación de un modelo probabilístico de inventario.

La programación estocástica en dos etapas se utiliza con la finalidad de formular un modelo probabilístico de inventario, considerando los pronósticos de demanda previamente descritos que conduzcan a la toma de decisiones de abastecimiento basado en simulación, considerando sus resultados para un marco comparativo de los desempeños alcanzados.

La programación estocástica busca formular un modelo de inventario que permita mejorar la toma de decisiones en la adquisición, optimizando los costos totales (CT). Dichos costos corresponden a la sumatoria de todos los costos asociados al medicamento siendo estos los:

- Costo de las órdenes de compra por pedidos (o_t)
- Costo por almacenamiento del producto (h_t)
- Costo por faltas generadas (s_t)

Para el modelo dimensionado por lotes se utiliza la programación estocástica en dos etapas, donde cada una cuenta con sus propios parámetros (Raa & Aghezzaf, 2005), (Rojas et al., 2019).

En la primera etapa, se debe decidir si corresponde o no ordenar, en el caso de hacerlo, cuanto se debe comprar, siendo sus variables:

- Z_t : parámetro binario que indica si hay que ordenar (1), o no (0)
- Q_t : indica la cantidad óptima a ordenar para el período t requerido

La segunda etapa, se evalúa luego de generarse el consumo respectivo u observar la demanda, por ende, se generará un escenario de excedentes o desabastecimiento. Las variables para la segunda etapa se componen de:

- I_0 : Saldo inicial de productos en el período a estudiar
- I_t : Stock de productos en el inventario en el período t

- S_t : Nivel de desabastecimiento estimado al final del período t

Para cumplir con lo anterior, es necesario contar con los parámetros de entrada:

- t : período en el que se requiere tomar la decisión de la cantidad a comprar
- o_t : costo de ordenar o generar órdenes de compra en el período t
- Z_t : variable binaria, indica si se realiza o no un pedido a tiempo t
- Q_t : cantidad ordenada en el período t
- u_t : costo unitario de compra en el período t
- h_t : costo de mantener en inventario por unidad en el período t
- I_t^ω : inventario al final del período t en el escenario ω
- s_t : costo de faltante o desabastecimiento por unidad en el período t
- S_t^ω : faltante al final del período t en el escenario ω

La minimización de los costos totales esperados se describe por medio de la siguiente ecuación:

$$\min\{E(CT)\} = \left\{ \sum_{\omega \in \Omega} \sum_{t=1}^T P_t^\omega (o_t Z_t + u_t Q_t + h_t I_t^\omega + s_t S_t^\omega) \right\}$$

Donde:

Ω : corresponde al conjunto de escenarios posibles de demanda

ω : corresponde a un escenario específico

P_t^ω : probabilidad de ocurrencia del evento en el escenario ω en el período t de la etapa de decisión

y_t^ω : demanda en el período t en el escenario ω

C_t : capacidad de ordenar o presupuesto en el período t

Restricciones:

a) Restricción de inventario: Esta restricción establece que el inventario final del período más la cantidad ordenada, menos la escasez debe ser igual a la demanda y_t^ω en cada período t y escenario ω .

$$Q_t + (I_t^\omega - S_t^\omega) - (I_t^\omega - S_t^\omega) = y_t^\omega \quad \forall t \in 1, \dots, T, \forall \omega \in \Omega, y_t^\omega \geq 0$$

b) Restricción de capacidad: Indica que la cantidad ordenada Q_t no puede exceder el presupuesto asignado C_t en cada período t .

$$Q_t \leq C_t Z_t \quad \forall t \in 1, \dots, T$$

c) Restricciones de No-negatividad y Binarias: Permiten asegurar que las variables sean no-negativas y que Z_t sea binaria, vale decir, 1 si se ordena y 0 si no se ordena.

$$Q_t \geq 0, I_t^\omega \geq 0, S_t^\omega \geq 0 \quad Z_t \in \{1,0\}, \forall t \in 1, \dots, T$$

En resumen, el modelo busca minimizar los costos totales esperados $E(CT)$ para todos los escenarios posibles, seleccionando las cantidades óptimas a ordenar en cada período, sujeto a restricciones de inventario y presupuestarias, así satisfacer la demanda estocástica. Lo anterior se logra mediante la selección de escenarios viables que conduzcan a un valor óptimo de costo mínimo (Huerta, 2022).

6.- Comparación de costos y análisis de resultados.

En este trabajo, y dadas las ventajas de precisión expuestas en el marco de literatura científica, se formularán modelos de programación estocástica en dos etapas, considerando los pronósticos de demanda descritos en el punto anterior, para generar la toma de decisiones de abastecimiento y considerar sus resultados en un marco comparativo de las performances alcanzadas.

Para cada una de las categorías de demandas (alta, intermedia, baja e intermitente) se realizará el análisis comparativo entre costos reales para los medicamentos escogidos respecto de los costos totales obtenidos, utilizando el modelo de inventario propuesto de programación estocástica en dos etapas; considerando diversas descripciones para el pronóstico de la demanda (GAMLSS, GARMA con diversas distribuciones estadísticas de base tales como la Normal (NO), la Gamma (GA), la Binomial negativa tipo II (NBII), la Binomial negativa inflada en cero (ZINBI) considerando casos con y sin dependencia temporal). Además, se incorporará la determinación del pronóstico (μ), que corresponde al pronóstico del valor esperado, a partir del cual se determinará el % precisión de μ , tomando como base la cantidad demandada del último mes del período en estudio (diciembre 2023), utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{ precisión } \mu = \frac{(\mu - \text{Real})}{\text{Real}} \times 100$$

También serán considerados criterios de Akaike (AIC) para evaluar el ajuste de las distribuciones teóricas propuestas a los datos reales. La comparación de costos totales permitirá contrastar el escenario real con los modelados, pudiendo determinar cuál es el más adecuado, estimando el porcentaje de ahorro para los mejores modelos propuestos en el ciclo de reposición, pudiéndose determinar la mejor aproximación para los niveles de demanda establecidos. Adicionalmente, se utilizará la escala de Likert positiva (de 1 a 4) para categorizar los resultados obtenidos (Gavião et al., 2023)

MATERIALES

Computador (PC/ Portátil)

Microsoft Excel

Software R – Project for statistical computing

RESULTADOS

Exploración de la demanda

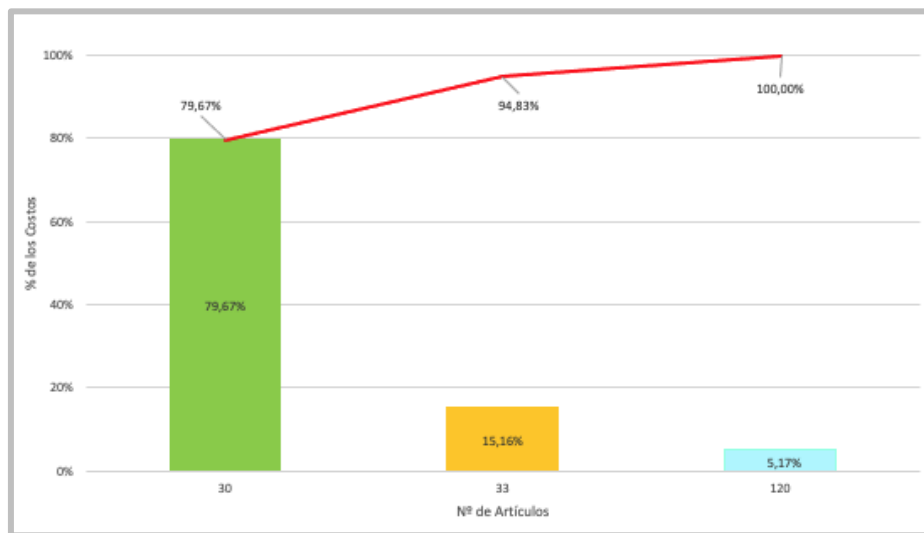
✓ Diagrama de Pareto

Los consumos mensuales de los medicamentos asociados a la Farmacia del Policlínico de Medicina (FPM) del Hospital del Salvador fueron recopilados partir de la interfaz de Farmacia para Salvador Experthis del Sistemas Expertos Ingeniería de Software (SEIS) entre los años 2020 al 2023.

Con los datos de las demandas mensuales se obtuvieron las demandas anualizadas para el período indicado. Posteriormente, se calculó un promedio anual de la demanda para el período en estudio, el cual fue valorizado con el precio promedio ponderado (PPP) para cada artículo a diciembre 2023.

Inicialmente se disponían de 196 descriptores de artículos asociados a la FPM, siendo excluidos 12 correspondientes a insumos clínicos y un fármaco que no registró consumos durante ese período. Lo anterior permitió disponer de 183 medicamentos para la construcción del diagrama ABC o de Pareto basado en el promedio anual de la demanda valorizada para el período señalado. En la figura 1 y 2 se visualizan las categorías A, B y C correspondientes a las demandas alta, intermedia y baja respectivamente, desglosándose de la siguiente forma:

- ✓ Categoría A o de alta demanda: Compuesto por 30 artículos que corresponden al 16,39% de los productos y que concentran el 79,67% de los costos.
- ✓ Categoría B o de demanda intermedia: Conformado por 33 productos (18,03%) y que concentran el 15,16% de los costos.
- ✓ Categoría C o de demanda baja, agrupa 120 medicamentos equivalentes al 65,57% de los ítems correspondiendo al 5,17% de los costos.



Fuente: Elaboración propia

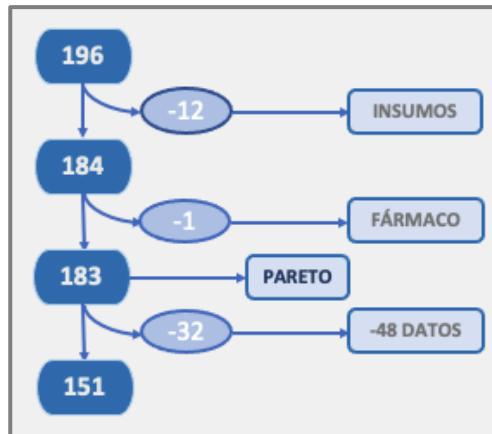
Figura 1: Diagrama ABC para la Farmacia Policlínico de Medicina período 2020 -2023.

Por lo anterior, el 80% del gasto está concentrado en 30 medicamentos, mientras el 20% del gasto abarca los 153 restantes (ver tabla 3).

Tabla 5: Resumen de datos Diagrama ABC

GRUPO	Nº DE PRODUCTOS	% DE PRODUCTOS	% ACUMULADO	% COSTOS	% COSTO ACUMULADO
A	30	16,39%	16,39%	79,67%	79,67%
B	33	18,03%	34,43%	15,16%	94,83%
C	120	65,57%	100,00%	5,17%	100,00%
TOTALES	183	100,00%		100,00%	

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Diagrama para el criterio de exclusión

✓ Diagramas de Caja e histogramas con el paquete Rcmdr:

Dichos gráficos permiten visualizar y verificar el comportamiento de la distribución de los datos numéricos, además de obtener información respecto de sus cuartiles y tendencias a través del resumen de datos (figura 4). De esta forma, se seleccionaron algunos fármacos representativos para los tramos identificados.

```

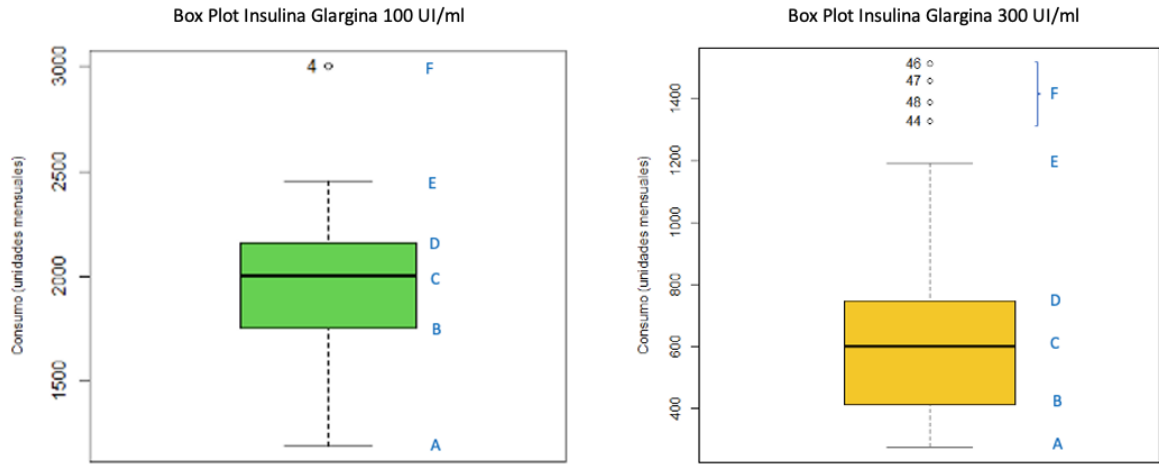
> summary(Dataset)
      GLAR100.A      GLAR300.A
Min.   :1189      Min.   : 276.0
1st Qu.:1752      1st Qu.: 414.8
Median :2004      Median : 600.5
Mean   :1953      Mean   : 655.3
3rd Qu.:2154      3rd Qu.: 745.8
Max.   :3004      Max.   :1515.0
  
```

Fuente: Rcmdr en R -Project

Figura 4: Cuartiles, mediana, promedio y valor máximo y mínimo para los consumos de Glargina 100UI/ml y Glargina 300UI/ml en el período 2020 - 2023

Como ejemplo se presentarán los datos obtenidos para los medicamentos insulina glargina 100 UI/ml e insulina glargina 300 UI/ml (figura 5), ambas abreviadas como GLAR100.A y GLAR300.A respectivamente para el trabajo. De igual forma, los histogramas (figura 6) entregan información complementaria frente a la tendencia

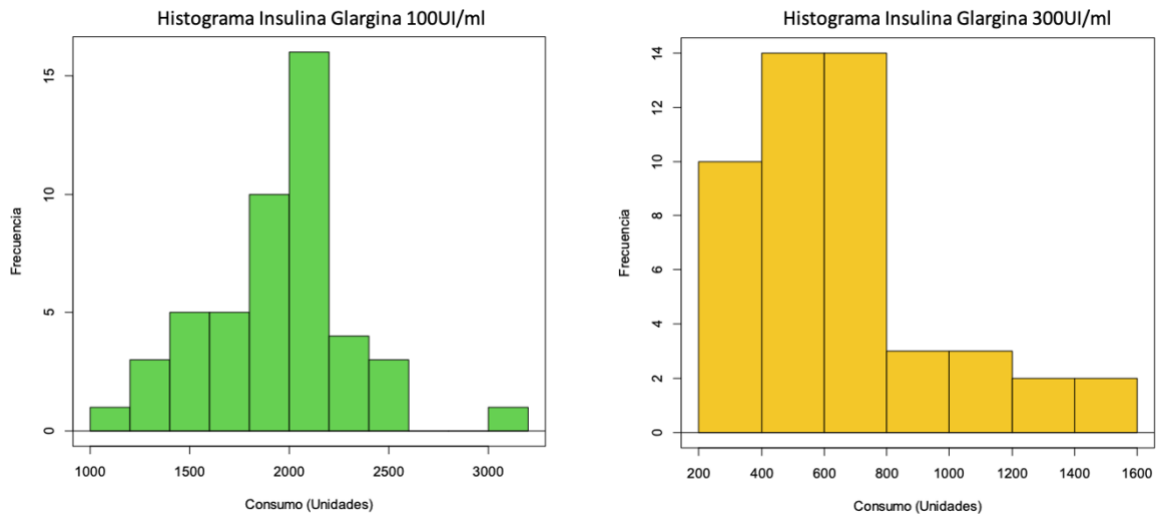
de las cifras. Por ejemplo, para el caso de glargina 300 UI/ml se denotan los valores atípicos en el tramo superior de los diagramas de caja, comparado con glargina 100 UI/ml que solo aporta un valor atípico.



C: Mediana, A y E: Límites inferior y superior y B y D: Cuartiles inferior y superior, F: Valor atípico u outliers.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Diagramas de caja para los consumos de Insulina Glargina 100 UI/ml y 300 UI/ml.

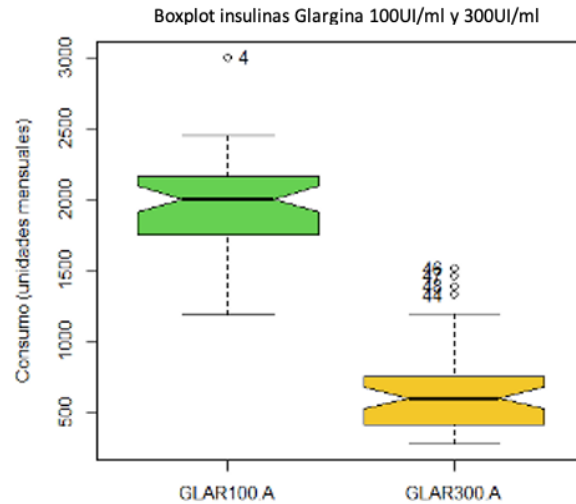


Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Histogramas para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml.

Comparativamente, glargina 100 UI/ml presenta consumos en un rango más alto comparado con glargina 300UI/ml, sin embargo, la presencia de los valores atípicos

y la tendencia del límite superior a distanciarse de la caja, pueden ser indicativos del aumento del consumo que se presenta durante los últimos meses, comparado con glargina 100 UI/ml. Este punto se desarrollará posteriormente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Diagrama de caja comparativo para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml.

Es importante señalar que no todos los artículos pueden ser graficados debido al rango en escala de consumo (eje y). Es así como, para el bisoprolol 5mg (BISOP5.A) ilustrado en la figura 8 A está en la parte baja del gráfico comparado con los otros fármacos; sin embargo, en la figura 8 B se visualiza más relevante frente a sus comparadores. Algunos fármacos como metolazona 2,5mg (METOL.C) y metronidazol 500mg (METRO 500.C), (ver figura 8 C), pudiesen ser similares para estudios posteriores, por lo que permite acotar la selección de medicamentos a estudiar.

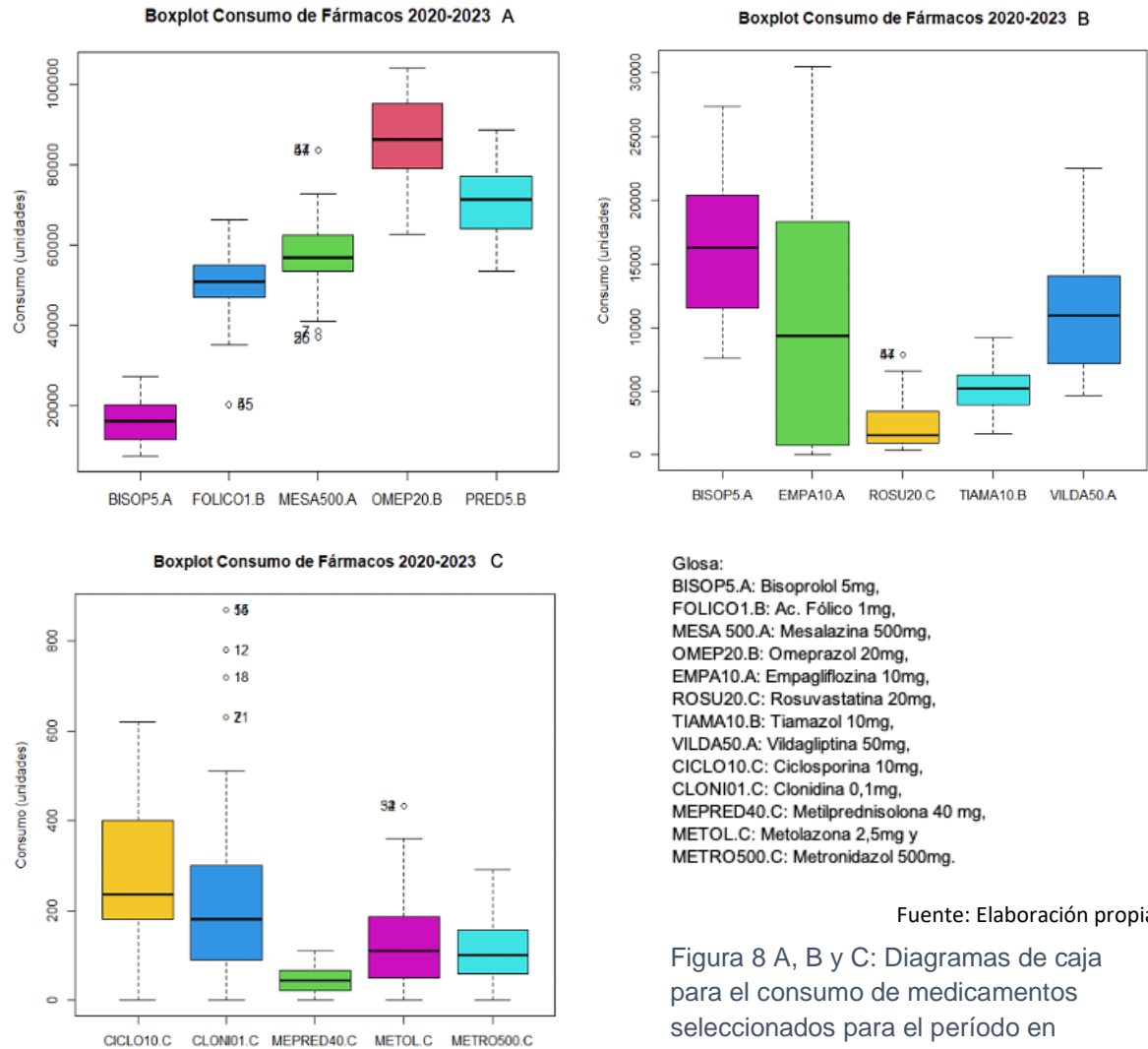


Figura 8 A, B y C: Diagramas de caja para el consumo de medicamentos seleccionados para el período en estudio.

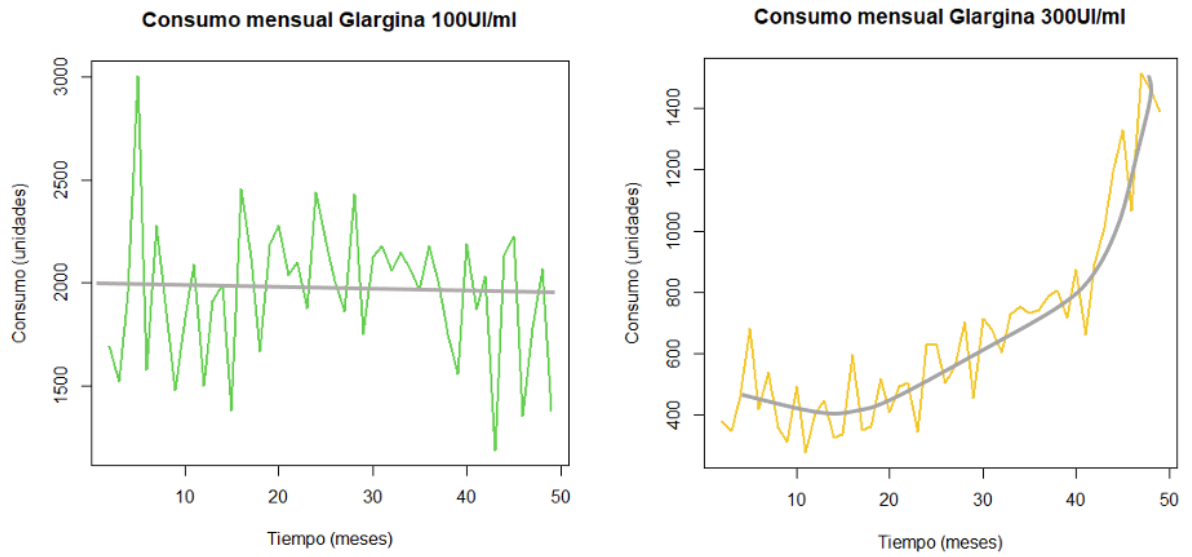
Temporalidad de la serie de datos

- ✓ **Gráficos de temporalidad y gráficos de función de autocorrelación (ACF)**

Retomando el ejemplo inicial respecto a insulinas glargina 100UI/ml y 300UI/ml, se analizaron los gráficos de temporalidad para evaluar la evolución del consumo en el tiempo. Como se observa en dichos gráficos (figura 9), glargina 100UI/ml presenta

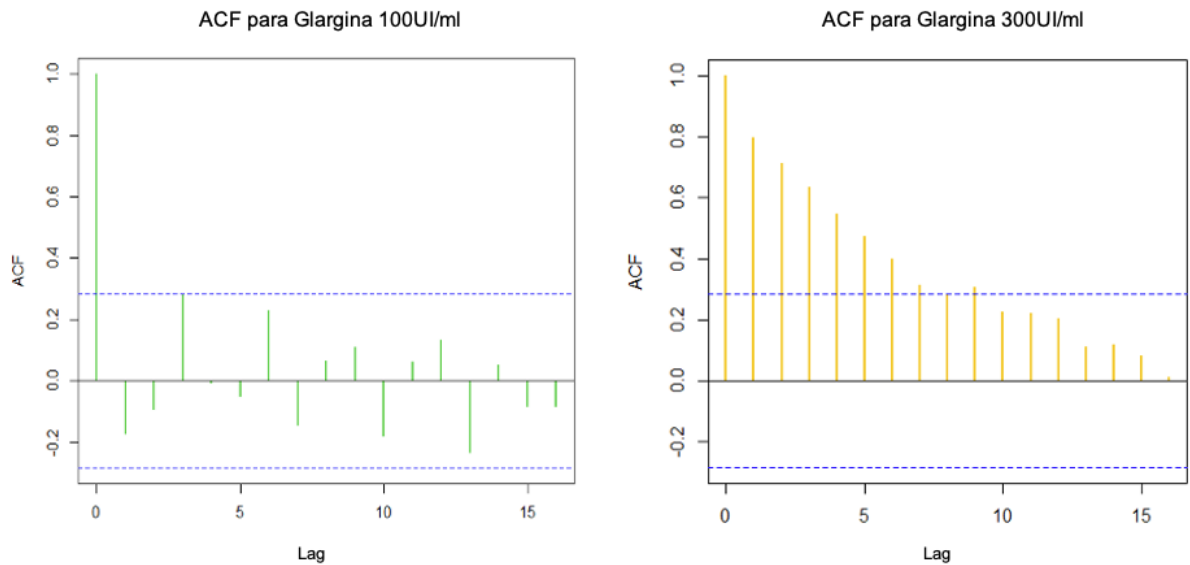
un consumo mensual más bien plano durante el período estudiado, comparado con glargina 300UI/ml que manifiesta una tendencia claramente diferente, evidenciando un alza en su consumo, confirmando las diferencias esbozadas a través de los diagramas de caja. Consecuentemente, al evaluar los gráficos ACF (figura 10) la correlación de la serie de datos a distintos intervalos de tiempo para glargina 100UI/ml ilustra valores que no sobrepasan el intervalo de confianza, en contraste con glargina 300UI/ml donde el rezago del 1 al 7 sobrepasa la banda discontinua superior, siendo indicativo de un alto grado de autocorrelación.

A partir del análisis anterior es posible categorizar los productos de acuerdo a su temporalidad, por lo que glargina 100UI/ml se clasifica como un producto “sin dependencia temporal” (SDT), mientras que glargina 300UI/ml (que presenta autocorrelación) se categoriza como un producto “con dependencia temporal” (CDT). Utilizando la misma metodología, se realizaron los análisis subsecuentes para los productos seleccionados de cada tramo del diagrama de Pareto. Lo anterior permitió seleccionar 13 medicamentos como representantes de los diferentes tramos, cuyos datos de consumos mensuales se ilustran en el Anexo A. Las categorizaciones de estos artículos se presentan en la tabla 4; sus diagramas de caja agrupados están en el Anexo C, mientras que sus gráficas individuales (box plots, histogramas, gráficos de temporalidad y ACF) son ilustradas en el Anexo D.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Gráficos de temporalidad para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Gráficos de la función de autocorrelación para Insulinas Glargina 100UI/ml y 300UI/ml

De esta forma, se seleccionaron tres productos en la demanda alta (grupo A), dos para la demanda media (grupo B) y 8 para la demanda baja (grupo C). Cabe señalar que se eligieron más fármacos para el grupo C, al encontrar medicamentos que

presentan intermitencia en sus consumos. Así, cuatro fármacos quedaron para la demanda baja y cuatro restantes para la demanda baja con intermitencia.

Tabla 6: Categorías para los medicamentos seleccionados a partir del Diagrama ABC.

CATEGORIA ABC	CATEGORIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	DESCRIPTOR	MEDICAMENTO
ALTA	SDT (P)	No	CA500D.A	CALCIO 500 MG / VITAMINA D 400 UI
ALTA	SDT	No	GLAR100.A	INSULINA GLARGINA 100UI/ML 3 ML
ALTA	CDT	No	GLAR300.A	INSULINA GLARGINA 300UI/ML 1,5 ML
MEDIA	SDT (P)	No	PARA500.B	PARACETAMOL 500 MG
MEDIA	SDT	No	PRED5.B	PREDNISONA 5 MG
BAJA	CDT (P)	No*	CLON101.C	CLONIDINA 0.1 MG
BAJA	SDT	No*	CICLO10.C	CICLOSPORINA 10 MG
BAJA	SDT	No*	METRO500.C	METRONIDAZOL CM 500 MG
BAJA	CDT	No	MEPRED40.C	METILPREDNISOLONA ACETATO 40 MG
BAJA	CDT (P)	Si	TACRO5.C	TACROLIMUS 5 MG
BAJA	SDT (P)	Si	TACRO0.5.C	TACROLIMUS 0.5MG
BAJA	SDT	Si	CILOST.C	CILOSTAZOL 100 MG
BAJA	SDT (P)	Si	PTU50.C	PROPILTIOURACILO 50 MG

Glosa: SDT: Sin dependencia temporal, CDT: Con dependencia temporal, (P): Parcial, *: Pocos ceros

Fuente: Elaboración propia

Tres fármacos señalados como “No*” respecto a la intermitencia (clonidina 0,1mg, ciclosporina 10mg, metronidazol 500mg) (tabla 4), presentaron valores cero en sus demandas que resultaron poco significativos para dicha finalidad. Por lo anterior, la intermitencia fue posible encontrarla en ambos tacrolimus (5mg y 0,5mg), cilostazol 100mg y propiltiouracilo 50mg correspondientes a la misma demanda baja, presentando ceros en al menos 17 de los 48 datos. Otro aspecto a mencionar refiere a la característica de temporalidad. Si bien se categorizó en dos grupos (SDT y CDT), hay seis medicamentos que presentaron tendencia parcial (P) para la temporalidad de sus datos.

Determinación de parámetros de costos asociados a la gestión de inventario

Con el objeto de realizar una optimización de los costos totales para la revisión de los modelos propuestos a revisar, se determinaron los costos de almacenamiento, de ordenar, desabastecimiento y monto de compra máxima generados en el Hospital del Salvador para el período 2023.

✓ **Costo de almacenar una unidad del productos (h_i)**

El total de unidades recepcionadas el año 2023 (Q) es 41.808.521 bajo el concepto de compras de medicamentos intermediados, compras normales y medicamentos de compras ministeriales, por lo tanto, la cantidad media abastecida ($Q/2$) es 20.904.260,5 unidades almacenadas. Para calcular los costos involucrados en el almacenamiento de productos se utilizaron las categorías (Ca_n) descritas en la tabla 3, o un total anual de \$ 299.434.369 (detalle en el Anexo E). Todas se obtuvieron a través de un costeo directo, a excepción de Ca_3 que se obtuvo a partir del costeo por absorción utilizado en el Hospital del Salvador. El costo de almacenamiento y mantención de una unidad (h_i) es de \$14,32 por cada unidad de producto almacenado.

✓ **Costo de emisión para una orden de compra (o_i)**

Se obtuvieron un total de 8.780 órdenes de compra (O_a) emitidas y asociadas a recepción de medicamentos, durante el año 2023.

Para calcular el costo en la emisión de las órdenes de compras, se consideran las categorías (O_n) expuestas en la tabla 4, por medio de un coste directo para todas las categorías, a excepción de O_3 siendo estimada a partir del costeo por absorción utilizado en la institución. La sumatoria de todos los costos por ordenar (O_n) obtenidos es de \$ 178.345.079 (desglosado, en el Anexo F). Por lo tanto, el costo en la emisión de una orden de compra o_i es de \$20.312,65.

El Anexo G presenta un cuadro resumen para el número de órdenes de compra emitidas durante el año 2023 en relación al número de artículos recepcionados para las categorías indicadas.

✓ **Costo de desabastecimiento (s_i)**

El porcentaje promedio de cumplimiento mensual de CENABAST es de 93,6%, alcanzando un mínimo de 86,9% y un máximo de 97,1% durante el año 2023 (meses de enero y febrero respectivamente). La diferencia porcentual para los 212 productos detectados con incumplimiento (parcial o total) durante el año 2023 entre el precio unitario CENABAST respecto al precio unitario de la compra normal (licitación, trato directo o compra ágil) genera un promedio diferencial de 87,14%. Este porcentaje será un cargo extra al valor unitario para estimar el costo del desabastecimiento (detalle disponible en el Anexo H). Cabe mencionar que todos los precios incluyen el valor del IVA.

✓ **Monto máximo de la compra en el período (C_t)**

El monto de máxima adquisición en un mes durante el año 2023 se determinó para cada uno de los 13 medicamentos seleccionados para el estudio. Los valores se consolidan en la tabla 7. El monto de adquisición más alto, corresponde al valor calculado para la unidad de logística a partir del cual se obtiene el monto ponderado para la FPM. El detalle se encuentra en los Anexos I y J.

Tabla 7: Monto máximo de compra (C_t) asociado a la Farmacia del Policlínico de Medicina

MEDICAMENTO	Recepción mensual maxima (unidades)	Monto de adquisición más ALTA mensual	Ponderación para la FPM	Ct para FPM
CA500D.A	437040	\$9.180.480	73,18%	\$6.718.226
GLAR100.A	2600	\$22.523.800	99,85%	\$22.490.171
GLAR300.A	2108	\$34.330.014	100,00%	\$34.330.014
PARA500.B	782080	\$6.638.720	59,12%	\$3.925.130
PRED5.B	102700	\$1.335.100	67,32%	\$898.743
CLONI01.C	600	\$357.600	81,52%	\$291.522
CICLO10.C	57780	\$17.516.220	0,79%	\$138.345
METRO500.C	3500	\$380.500	4,68%	\$17.811
MEPRED40.C	280	\$4.664.800	55,82%	\$2.603.951
TACRO5.C	2650	\$10.091.200	12,17%	\$1.228.460
TACRO0.5.C	7150	\$1.444.300	1,61%	\$23.233
CILOST.C	21112	\$2.555.840	0,40%	\$10.317
PTU50.C	200	\$88.000	100,00%	\$88.000

Glosa: FPM: Farmacia Policlínico de Medicina, Ct: Monto máximo de compra, CA500D.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40mg, TACRO5.C: Tacrolimus 5mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg.

Fuente: Elaboración propia

✓ **Precio unitario (u_i) y revisión del nivel de inventario:**

El período de estudio corresponde a diciembre 2023, siendo el último mes para los datos analizados. Para obtener el saldo inicial del período a estudiar, se obtiene el

stock al 30 de noviembre 2023 para los 13 artículos seleccionados para el estudio asociados a la FPM. El detalle se encuentra en el Anexo K.

Los valores obtenidos como parámetros de costo de ordenar (o_i), almacenar (h_i), desabastecimiento (s_i), además del monto máximo de compra (C_t), precio unitario (u_i) y las unidades demandadas a diciembre 2023, se resumen en la tabla 8 y se utilizarán para la minimización de costos totales.

Tabla 8: Resumen de parámetros de costo en la gestión de inventario

Descriptor	o_i (\$/orden)	h_i (\$/unidad)	s_i (\$)	C_t (\$)	u_i (\$)	Consumo (unidades)
CA500D.A	20312,65	14,32	256,3818	6718225,58	137	229907
GLAR100.A	20312,65	14,32	16211,9382	22490171,41	8663	1381
GLAR300.A	20312,65	14,32	31433,9058	34330014,00	16797	1390
PARA500.B	20312,65	14,32	20,5854	3925129,62	11	195965
PRED5.B	20312,65	14,32	24,3282	898742,59	13	62130
CLONI01.C	20312,65	14,32	1115,3544	291521,74	596	0
CICLO10.C	20312,65	14,32	602,5908	138344,99	322	360
METRO500.C	20312,65	14,32	222,6966	17810,64	119	291
MEPRED40.C	20312,65	14,32	27391,6818	2603950,66	14637	48
TACRO5.C	20312,65	14,32	4208,7786	1228460,40	2249	400
TACRO0.5.C	20312,65	14,32	668,0898	23232,71	357	0
CILOST.C	20312,65	14,32	177,7830	10317,40	95	0
PTU.C	20312,65	14,32	823,4160	88000,00	440	0

Glosa: C500D.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40mg, TACRO5.C: Tacrolimus 5mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg.

Fuente: Elaboración propia

Los valores para el costo de ordenar y almacenar son los mismos para todos los medicamentos estudiados, ya que se obtuvo una aproximación para todos los

artículos almacenados y para el total de órdenes de compras emitidas para estos durante el mismo período (2023). De igual forma, el porcentaje de desabastecimiento es el mismo (87,14%), ya que es una ponderación de todas las diferencias porcentuales generadas durante el año 2023 a partir del precio unitario de CENABAST, pero que es adicionado al costo unitario (u_i) a fin de obtener el costo por desabastecimiento. Los valores para el monto máximo de compra (C_t) son individuales a cada medicamento a estudiar, ya que se refieren a la cantidad máxima abastecida en un mes expresada en monto, teniendo como referencia la fracción correspondiente a la FPM. De la misma forma, los precios unitarios son referidos a cada artículo. Se incorpora una columna más de información que corresponde a la demanda para el último mes del período estudiado (diciembre 2023) y que se obtiene de la tabla de datos inicial (Anexo A). Para las pruebas finales se considerará este último valor como punto de comparación, para así evaluar el pronóstico (μ).

Pronosticar la demanda a satisfacer: Uso de modelos probabilísticos de inventario

Como ya fue mencionado, a partir del diagrama de Pareto se seleccionaron 13 artículos representativos para los tres tramos definidos, en los cuales aportan un total de 48 datos para así realizar estimaciones de demanda de un período de tiempo referidas a períodos previos. Por otro lado, las distribuciones de probabilidad escogidas para los estudios subsecuentes son: la Normal (NO) y la Gamma (GA)

para datos continuos; mientras que la Distribución Binomial Negativa tipo II (NBII) y la Distribución Binomial Negativa Inflada en Cero (ZINBI) para datos discretos. Se consideraron estas distribuciones como relevantes para el estudio, comprendiendo que hay diferentes tipos de rangos y fluctuaciones en las cifras que pudiesen ajustarse en cada tramo. Cabe recordar que una distribución es continua cuando la variable puede tomar cualquier valor dentro de un intervalo consecutivo, mientras que es discreta cuando la variable no puede tomar valores entre dos consecutivos.

✓ Ajuste de las distribuciones con el Criterio de información de Akaike

Con la finalidad de evaluar cuál distribución teórica se ajusta de mejor forma a los datos reales, se utilizó el criterio de información de Akaike para los 13 medicamentos seleccionados en el estudio y las cuatro distribuciones escogidas, cuyos resultados se recopilan en la tabla 9.

Tabla 9: Resultados criterio de Akaike (AIC)

Categoría ABC	Temporalidad	Intermitencia	PRODUCTO	DESCRIPTOR	DISTRIBUCIONES			
					NBII	ZINBI	NO	GA
ALTA	SDT (P)	No	CA500D.A	CALCIO 500 MG + VIT D 400 UI	1119.42447939332	1121.42447952547	1114.82990581837	1119.42532353013
ALTA	SDT	No	GLAR100.A	INSULINA GLARGINA 100UI/ML 3 ML	699.394188329774	701.394188405613	698.743990174534	699.410133056412
ALTA	CDT	No	GLAR300.A	INSULINA GLARGINA 300UI/ML 1,5 ML	676.915875246223	678.915875308347	690.910687295566	676.867395406509
MEDIA	SDT (P)	No	PARA500.B	PARACETAMOL 500 MG	1090.93456833485	1092.93456847218	1089.8882711771	1090.93492402097
MEDIA	SDT	No	PRED5.B	PREDNISONA 5 MG	1005.06763204563	1007.06763212603	1005.04101216457	1005.06780451013
BAJA	CDT (P)	No*	CLONIO1.C	CLONIDINA 100MG	597.656335090156	560.303098783805	655.977089630708	511.915931449885
BAJA	SDT	No*	CICLO10.C	CICLOSPORINA 10 MG	623.954431138087	565.255446470222	636.547420137709	520.555995502352
BAJA	SDT	No*	METRO500.C	METRONIDAZOL CM 500 MG	546.28816810144	531.68288196017	547.813136622343	513.032342701997
BAJA	CDT	No	MEPRED40.C	METILPREDNISOLONA ACETATO 40 MG	464.393608267276	465.026356033197	460.490762588269	454.469135939479
BAJA	CDT (P)	Si	TACRO5.C	TACROLIMUS 5 MG	516.284299918822	471.635877644176	647.547576967463	N/A
BAJA	SDT (P)	Si	TACRO0.5.C	TACROLIMUS 0.5MG	440.629394128599	398.087918073631	583.408539058551	N/A
BAJA	SDT	Si	CILOST.C	CILOSTAZOL 100 MG	390.925843926149	361.76679056457	538.405904895006	N/A
BAJA	SDT (P)	Si	PTU50.C	PROPLTIOURACILO 50 MG	270.070201385484	244.980678392612	575.967508434378	N/A

Glosa: SDT: Sin demanda temporal, CDT: Con demanda temporal, (P): Parcial

Fuente: Elaboración propia

Al trabajar con Akaike se deben evaluar los valores obtenidos, comprendiendo que el valor más bajo corresponde al mejor ajuste de los datos reales para la distribución

seleccionada. Para la categoría A (alta), dos artículos seleccionados presentan mejor ajuste con la NO, ambos sin SDT; en contraste, hay un medicamento que presenta temporalidad y ajuste mejor con la GA. Para la categoría B (media), los dos medicamentos no presentan temporalidad y también ajustan bien con la NO. En la categoría B (baja), se debe distinguir entre los productos sin intermitencia respecto de los que sí la presentan. El primer subgrupo ajusta muy bien con GA (tanto los que presentan temporalidad como los que no) y el segundo subgrupo presenta mejor ajuste con ZINBI, no pudiendo ser ajustada por GA.

Formulación del modelo probabilístico de inventario

Contextualizando la metodología, para cada una de las distribuciones teóricas escogidas se busca formular un modelo probabilístico de inventario donde se utilizará la programación estocástica en dos etapas (E1 y E2), en las que se debe: (E1), decidir la compra, es decir, si hay o no que hacerlo (Z) y definir la cantidad óptima a comprar (Q). Luego, obtenida la demanda (E2), se tendrá un saldo (I) del período o en su defecto se puede generar desabastecimiento (B) si la cantidad comprada resulta insuficiente.

A estos parámetros se incorpora el pronóstico del valor esperado (μ) para determinar el porcentaje de precisión del modelo.

Obtenidos los valores de Z1, Q1, I1, B1, se determina la minimización de los costos totales (CT) para cada una de las distribuciones.

Seguidamente, se obtienen los valores de Zr, Qr, Ir, Br, que corresponden a los valores reales respectivos. Además de conocerse el saldo previo (al 30 noviembre 2023), se puede determinar el costo total real (CTr), para contrastarlo con el porcentaje de ahorro.

Tomando por ejemplo el caso para calcio 500mg/vitamina D 400UI, se conoce a través del análisis por AIC que la NO es la mejor distribución (valor que se incorpora en el resumen, tabla 10), sin embargo, la precisión del pronóstico es mejor en GA, que a su vez es la única distribución que deja un saldo respecto a todas las restantes que entregan desabastecimiento. No obstante, al realizar un análisis de minimización de costos, la NO es la que genera menor costo total y mayor porcentaje de ahorro.

Tabla 10: Resultados de la programación estocástica en dos etapas para calcio 500mg /vitamina D 400UI

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	1119,424479	-8,466%	210443,3603	1	209498	0	20409	\$ 33.954.035
NO	1114,829906	-8,987%	209244,8538	1	225637	0	4270	\$ 32.027.332
GA	1119,425324	-8,254%	210931,4095	1	235734	5827	0	\$ 32.399.313
ZINBI	1121,42448	-8,261%	210914,5405	1	208301	0	21606	\$ 34.096.935

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$ 7.105.900	17,3%
NO	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$ 9.032.603	22,0%
GA	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$ 8.660.622	21,1%
ZINBI	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$ 6.963.000	17,0%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se exploran los resultados del resto de medicamentos y los resultados se encuentran en el Anexo L.

Continuando con fármacos del grupo A, insulina glargina 100UI/ml muestra una mejor adecuación para la NO con Akaike y los parámetros de desabastecimiento, costos totales y el porcentaje de ahorro; sin embargo, la mejor precisión se logra con la GA. Contrariamente, insulina glargina 300UI/ml obtiene un mejor ajuste de Akaike con la GA y la mejor precisión con la NO. Los mejores valores para el resto de los parámetros medidos (desabastecimiento, costos totales y el porcentaje de ahorro) son obtenidos con la NBII.

Medicamentos del grupo B (paracetamol 500mg y prednisona 5mg) exhiben resultados similares en sus perfiles, considerando que tanto los ajustes bajo Akaike como todos sus parámetros evaluados (precisión, desabastecimiento, costos totales) muestran una alta adecuación con la NO.

Al evaluar el grupo C, se debe distinguir entre los fármacos que no presentan intermitencia respecto de los que la tienen.

- Para el primer subgrupo, cabe destacar que como resultado de los ajustes con Akaike, todos los medicamentos presentaron una mejor adecuación con GA, sin embargo, al evaluar los parámetros restantes se presentaron algunas particularidades a comentar.

- Tanto para ciclosporina 10mg como para metilprednisolona 40mg, todas las propuestas de las distribuciones concuerdan con no ordenar ($Z=0$), lo que consecuentemente genera idénticos valores de desabastecimiento y costos totales; en cambio, metronidazol 500mg y clonidina 0,1mg obtienen sugerencias mixtas al ordenar o no; donde los casos que no sugieren ordenar aportan las mejores propuestas para la minimización de costos totales.

- Para el segundo subgrupo, con intermitencia en su demanda, se presenta varias singularidades a considerar:

- Por Akaike, la GA quedó sin posibilidad de ajustar, dejando las 3 distribuciones restantes disponibles para los análisis. Tres fármacos (tacrolimus 0,5mg, cilostazol 100mg y propiltiouracilo 50mg) no presentaron demanda en el período a evaluar, por lo que el valor de μ queda como indeterminado. Por otro lado, la sugerencia de ordenar es cero en casi todos los casos, no aportando diferencias en los costos totales. Por consiguiente, el fuerte de la evaluación para los productos con intermitencia recae en la ZINBI, que es la distribución que aporta mejor correspondencia por Akaike para este grupo. Existe solo una particularidad con tacrolimus 5mg, cuya mejor propuesta se obtiene con la NO para todos los parámetros a evaluar y que será mencionada en las discusiones.

Respecto al análisis de los costos totales (CT), todos los fármacos estudiados en el rango de demanda alta y media ofrecen una alternativa de CT menor para todas las propuestas de las distribuciones respecto a los valores reales, a excepción de prednisona 5mg con la ZINBI y NBII. Para los fármacos de demanda baja, con y sin

intermitencia, tres de los 8 casos presentan mejores propuestas en costos totales reales respecto a las sugerencias obtenidas por parte de las distribuciones.

Tabla 11: Resumen comparativo para el costo total real comparado con el costo total de las distribuciones y el porcentaje de ahorro

MEDICAMENTO	CT DISTRIBUCIONES				CT Real	% de AHORRO respecto al CT Real			
	NBII	NO	GA	ZINBI		NBII	NO	GA	ZINBI
CA500D.A	\$33.954.035	\$32.027.332	\$32.399.313	\$34.096.935	\$41.059.935	17,3%	22,0%	21,1%	17,0%
GLAR100.A	\$16.913.372	\$15.705.542	\$15.781.032	\$17.109.645	\$22.535.790	24,9%	30,3%	30,0%	24,1%
GLAR300.A	\$23.426.690	\$24.158.536	\$24.670.827	\$23.807.250	\$25.643.385	8,6%	5,8%	3,8%	7,2%
PARA500.B	\$ 2.465.320	\$ 2.407.175	\$ 2.426.979	\$ 2.496.214	\$ 2.917.206	15,5%	17,5%	16,8%	14,4%
PRED5.B	\$ 1.435.375	\$ 1.371.530	\$ 1.383.198	\$ 1.439.204	\$ 1.418.036	-1,2%	3,3%	2,5%	-1,5%
CLONI01.C	\$ -	\$ 47.167	\$ 42.894	\$ -	\$ 320.980	100,0%	85,3%	86,6%	100,0%
CICLO10.C	\$ 216.933	\$ 216.933	\$ 216.933	\$ 216.933	\$ 98.399	-120,5%	-120,5%	-120,5%	-120,5%
METRO500.C	\$ 76.718	\$ 64.805	\$ 83.873	\$ 64.805	\$ 35.656	-115,2%	-81,7%	-135,2%	-81,7%
MEPRED40.C	\$ 1.314.801	\$ 1.314.801	\$ 1.314.801	\$ 1.314.801	\$ 1.246.796	-5,5%	-5,5%	-5,5%	-5,5%
TACRO5.C	\$ 1.683.511	\$ 234.326	N/A	\$ 1.683.511	\$ 570.365	-195,2%	58,9%	N/A	-195,2%
TACRO0.5.C	\$ -	\$ -	N/A	\$ -	\$ 41.096	100,0%	100,0%	N/A	100,0%
CILOST.C	\$ -	\$ -	N/A	\$ -	\$ 26.907	100,0%	100,0%	N/A	100,0%
PTU.C	\$ 2.434	\$ 2.434	N/A	\$ 2.434	\$ 2.434	0,0%	0,0%	N/A	0,0%

Glosa: CA500D.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5 mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40 mg, TACRO5.C: Tacrolimus 5 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg.

Fuente: Elaboración propia

En relación al porcentaje de ahorro, seis casos (demandas altas, medias, y TACRO5.C) presentaron ahorro que va desde un 3,3% a 58,9% respecto a la mejor propuesta de las distribuciones. En tres casos, las distribuciones sugieren no realizar reposición (CLONI.C, TACRO0.5.C, CILOSTA.C), comparado con la propuesta real que si lo hace (obteniendo 100% de ahorro). Otros tres fármacos (CICLO10.C. METRO500.C, MEPRED40.C) entregan un CT real mejor que el sugerido por las distribuciones (porcentaje de ahorro negativo) y solo en 1 caso (PTU.C) todos los CT, incluido el real, son iguales (0% ahorro).

Con la finalidad de resumir y categorizar los resultados descritos en la programación estocástica, se utilizó la escala de Likert positiva con valoración de 4 a 1 (para el mejor desempeño, hasta el más bajo), para de esta forma valorar los resultados obtenidos considerando los siguientes parámetros:

- ✓ Criterio de Akaike
- ✓ Precisión de μ (% μ)
- ✓ I1 y B1 evalúan la posibilidad de dejar saldo o desabastecimiento
- ✓ Costo total (CT)
- ✓ Porcentaje de ahorro

Se aplica para los 13 medicamentos seleccionados y para cada una de las distribuciones testeadas (NBII, NO, GA, ZINBI). En casos de que algún parámetro no pueda ser evaluado o quede indeterminado, se evalúan con 0.

- Grupo A (Demanda Alta, tabla 12)

Para el caso de calcio 500mg/ vitamina D 400UI, se observa igualdad entre la NO y la GA al evaluar los 5 aspectos mencionados. De acuerdo a Akaike, la NO es la primera opción; sin embargo, no presenta una buena precisión.

Para glargina 100UI/ml la NO presenta el mejor resultado seguido de GA, sin embargo, con glargina 300UI/ml la mejor opción por Akaike es a través de la GA.

No obstante, al evaluar la posibilidad de desabastecimiento, los costos totales y el porcentaje de ahorro, la NBII obtiene mejores resultados.

Tabla 12: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda alta

DEMANDA	DEPENDENCIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	FÁRMACO	DISTRIBUCIÓN	Akaike	Precision mu (%)	I1-B1	CT	% Ahorro	RESULTADOS
Grupo - A (Demanda Alta)	SIN, parcial	NO	CA500D-A	NBII	3	2	2	2	2	11
				NO	4	1	3	4	4	16
				GA	2	4	4	3	3	16
				ZINBI	1	3	1	1	1	7
	SIN	NO	GLAR100-A	NBII	3	2	2	2	2	11
				NO	4	1	4	4	4	17
				GA	2	4	3	3	3	15
				ZINBI	1	3	1	1	1	7
	CON	NO	GLAR300-A	NBII	3	3	4	4	4	18
				NO	1	4	2	2	2	11
				GA	4	1	1	1	1	8
				ZINBI	2	2	3	3	3	13

Fuente: Elaboración propia

- Grupo B (Demanda Media, tabla 13):

Tanto paracetamol 500mg como prednisona 5mg, mantienen su tendencia dada por Akaike, dejando a la NO como la mejor opción para todos los parámetros valorados.

Tabla 13: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda media

DEMANDA	DEPENDENCIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	FÁRMACO	DISTRIBUCIÓN	Akaike	Precision mu (%)	I1-B1	CT	% Ahorro	RESULTADOS
Grupo - B (Demanda Media)	SIN, parcial	NO	PARA500-B	NBII	3	3	2	2	2	12
				NO	4	4	4	4	4	20
				GA	2	2	3	3	3	13
				ZINBI	1	1	1	1	1	5
				NBII	3	2	2	2	2	11
				NO	4	4	4	4	4	20
	SIN, parcial	NO	PREDS-B	NBII	3	2	2	2	2	11
				NO	4	4	4	4	4	20
				GA	2	3	3	3	3	14
				ZINBI	1	1	1	1	1	5

Fuente: Elaboración propia

- Grupo C_{si} (Demanda baja, sin intermitencia, tabla 14):

Si bien Akaike ajusta mejor con la GA en este tramo, los 4 criterios restantes le dan mejor valor a la ZINBI para clonidina 0,1mg y metronidazol 500mg, igualando la GA y la ZINBI para la ciclosporina 10mg. Sólo para metilprednisolona 40mg, GA confirma ser la mejor opción.

Tabla 14: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda baja

DEMANDA	DEPENDENCIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	FÁRMACO	DISTRIBUCIÓN	Akaike	Precision mu (%)	I1-B1	CT	% Ahorro	RESULTADOS
Grupo - C (Demanda Baja)	CON, Parcial	NO, pocos 0	CLONI01-C	NBII	2	0	4	4	4	14
				NO	1	0	1	2	1	5
				GA	4	0	2	2	2	10
				ZINBI	3	0	4	4	4	15
	SIN	NO, pocos 0	CICLO10-C	NBII	2	1	4	4	4	15
				NO	1	3	4	4	4	16
				GA	4	3	4	4	4	19
				ZINBI	3	4	4	4	4	19
	SIN	NO, pocos 0	METRO500-C	NBII	2	4	4	2	2	14
				NO	1	2	2	4	4	13
				GA	4	2	3	1	1	11
				ZINBI	3	3	2	4	4	16
	CON	NO	MEPRED40-C	NBII	2	3	4	4	4	17
				NO	3	2	4	4	4	17
				GA	4	2	4	4	4	18
				ZINBI	1	4	4	4	4	17

Fuente: Elaboración propia

- Grupo C_{ci} (Demanda baja pero con intermitencia, tabla 15)

Los mejores resultados se obtienen con la ZINBI para todos los medicamentos analizados, manteniendo el resultado aportado por el ajuste de Akaike. La única

excepción se presenta con tacrolimus 5mg, que presenta mejor resultado con la NO y cuya particularidad será parte de las discusiones.

Tabla 15: Resultados escala de Likert para medicamentos de demanda baja con intermitencia

DEMANDA	DEPENDENCIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	FÁRMACO	DISTRIBUCIÓN	Akaike	Precisión mu (%)	I1-B1	CT	% Ahorro	RESULTADOS
Grupo - C Demanda Baja/ Intermitente)	CON	SI	TACRO5-C	NBII	3	2	3	3	3	14
				NO	2	4	4	4	4	18
				GA	0	0	0	0	0	0
				ZINBI	4	3	3	3	3	16
	SIN, parcial	SI	TACRO0.5-C	NBII	3	0	4	4	4	15
				NO	2	0	4	4	4	14
				GA	0	0	0	0	0	0
				ZINBI	4	0	4	4	4	16
	SIN	SI	CILOST-C	NBII	3	0	4	4	4	15
				NO	2	0	4	4	4	14
				GA	0	0	0	0	0	0
				ZINBI	4	0	4	4	4	16
	CON, Parcial	SI	PTU50-C	NBII	3	0	4	4	4	15
				NO	2	0	4	4	4	14
				GA	0	0	0	0	0	0
				ZINBI	4	0	4	4	4	16

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIONES

En el presente trabajo se estudió el arsenal de medicamentos de la farmacia de especialidades médicas del Hospital del Salvador, a partir del cual se utilizó el diagrama de Pareto para establecer tramos de demanda (alta, media, baja e intermitente), siendo seleccionados algunos fármacos representativos para cada sección. En este punto se pudo determinar que el 80% del gasto está concentrado en 30 medicamentos (demanda alta) y que el 20% restante (demanda media y baja) concentra los 153 restantes. Considerando que los medicamentos aportan un total de 48 datos de demandas mensuales (desde enero 2020 hasta diciembre 2023), se identificaron 151 de los 183 medicamentos revisados como elegibles para las revisiones subsecuentes.

El uso de los diagramas de caja acompañados de histogramas como elementos exploratorios, asociados a los gráficos de temporalidad y de ACF, se convierten en herramientas robustas para la selección de productos representativos en cada tramo de las categorías ABC, permitiendo incluso identificar medicamentos que presentan intermitencias en sus demandas. Lo anterior pudo visualizarse a través de los diagramas de caja, siendo característica la coincidencia de 0 en el límite inferior con el primer cuartil; así como también para los histogramas, presentando la primera barra la mayor frecuencia en todos los casos.

Completada esta etapa, se continúa con la determinación de los parámetros de costo (almacenar, ordenar, desabastecimiento), además del monto máximo de compra mensual durante el año 2023. Como la logística y el abastecimiento funcionan como unidades independientes en esta institución, fue posible realizar por separado la valorización para ambas secciones. El costo de almacenamiento ($h_i = \$14,32/\text{medicamento}$) por dicha metodología permite obtener un valor estimativo del producto custodiado en el área de almacenamiento, independiente de su costo unitario, forma farmacéutica o el volumen unitario que ocupa del espacio de almacenamiento, siendo una forma práctica para estandarizarlo en un escenario caracterizado por la diversidad de productos y presentaciones.

Obtener el costo de la emisión de una orden de pedido, permite homogenizar un valor estimado para todas las órdenes que se emiten, independientemente de la variedad de medicamentos a solicitar, alternativas en presentaciones y proveedores en el mercado para un mismo medicamento. El valor obtenido probablemente es alto ($o_i = \$20.312,65/\text{orden de pedido}$). No obstante, al existir dentro de la unidad de abastecimiento un equipo dedicado exclusivamente a la adquisición de medicamentos, permite valorizar no solo la emisión de la orden de pedido, sino que también incorpora la mantención actualizada de convenios a través de licitaciones que periódicamente deben ser renovadas (ya que pueden expirar por tiempo o por consumo total de las cantidades acordadas). El proceso de licitación es laborioso, ya que requieren de un cronograma de cumplimiento para cada etapa del proceso,

el cual puede incluso quedar desierto por falta de ofertantes, debiendo nuevamente ser publicadas. Por otro lado, dentro de esta valorización, se debe considerar la capacidad de la unidad de cotizar y dar respuesta ante imprevistos, considerando que de un universo de 3.947 compras normales para el año 2023, aproximadamente un 25% corresponden a compras de urgencias, ya seas de tipo clínicas (necesidades directas hacia los usuarios) o administrativas (faltas por incumplimiento total o parcial del proveedor oficial).

La determinación de todos los costos para ambas unidades se realizó en forma directa. Sin embargo, la obtención del costo anual asociado al servicio básico de electricidad, agua y telecomunicaciones (Ca_3 y O_3 para las unidades de logística y abastecimiento, respectivamente) fueron obtenidas por aproximación a través del costeo por absorción, que es el sistema utilizado en la institución, al no contar con medidores independientes para la cuantificación directa de dichos gastos.

Para el costo de desabastecimiento ($s_i = 87,14\%$ sobre el precio CENABAST), se obtuvo la ponderación respecto a la diferencia de precios de un producto incumplido a través de la intermediación mensual de CENABAST, versus el costo de abastecerse con un proveedor alternativo. Si bien el porcentaje de incumplimiento de la CENABAST es bajo para el período en estudio (6,4%), se debe considerar el incumplimiento de productos de alto costo y los de alta demanda que afectan evidentemente el balance de los presupuestos mensuales. Tal es el caso del calcio carbonato 500mg/ Vitamina D 400UI cápsulas cuyo costo unitario CENABAST es

de \$18, pero el proveedor licitado es de \$137, en contexto que esta farmacia demanda 205.000 unidades en promedio mensual (correspondiendo al 73% de la demanda mensual de la institución), lo cual es considerable.

De esta forma se obtuvo un valor único tanto para la determinación del costo de almacenamiento como para la emisión de una orden de pedido y un porcentaje base a aplicar sobre el precio unitario para obtener el costo de desabastecimiento por cada producto. Individualizar la determinación de estos parámetros para cada uno de los artículos involucrados resulta casi impracticable, por lo que obtener los parámetros por esta vía es más eficiente. La determinación del monto de compra máxima (C_t) permite determinar el mes con mayor recepción presupuestaria, con la finalidad de capacitar el modelo de minimización de costos totales.

Dentro de las distribuciones estadísticas seleccionadas para el modelaje de la demanda, la NO es la más sencilla, ampliamente estudiada y aplicada con sus parámetros (media y varianza). Es simétrica, por lo que podría ser adecuada en la mayoría de los casos. Sin embargo, no es capaz de predecir el cero como valor posible. Originalmente está diseñada para el uso de datos continuos (acepta decimales o fracciones), siendo a veces no la mejor opción para datos discretos o para modelar datos que presentan asimetría. La GA presenta la ventaja de poder comportarse como la NO, pudiendo ser útil para datos que presenten sesgos; vale decir, asimetría particularmente positiva. Sin embargo, se debe considerar su limitación relacionada con la sensibilidad a valores atípicos y que pudiesen afectar

el rendimiento del modelo. La NBII se utiliza para datos de conteo, es decir, valores enteros (datos discretos), que es como realmente se describe la demanda. Es muy buena en la generalidad, pero no en los casos extremos (valores sobre 100.000 o inferiores a 100 unidades), mientras que ZINBI pudiese ser su alternativa para valores que agrupan muchos ceros entre sus datos.

El criterio de información de Akaike (AIC) permitió evaluar el ajuste de las distribuciones a los datos reales en diferentes categorías de demanda. En el grupo de demanda alta, la NO se ajustó mejor a dos productos, mientras que la GA a sólo uno. Lo anterior sugiere que la NO capta mejor la demanda estable, mientras que la GA se desempeña mejor en las demandas con dependencia temporal y asimetría positiva. Para el grupo de demanda media, la NO también se ajustó mejor, indicando una tendencia similar a la demanda alta. Para la demanda baja, la GA fue la mejor opción a excepción de los casos de intermitencia, donde la ZINBI se ajustó mejor en virtud de su capacidad para manejar muchos ceros.

Con respecto al análisis de temporalidad, en los 13 fármacos seleccionados existe variabilidad en las demandas, encontrando comportamientos con demanda temporal (CDT) y sin demanda temporal (SDT). También es posible encontrar productos que presentan escenarios parciales para ambos comportamientos. Un punto relevante a comentar respecto a la temporalidad tiene relación con la diferencia en los comportamientos de las insulinas glargina 100UI/ml y 300UI/ml, donde la primera no presenta demanda temporal comparada con la segunda que sí

la tiene. En la práctica, glargina 100UI/ml ha presentado cifras más estables en el tiempo; sin embargo, glargina 300UI/ml fue incorporada posteriormente bajo restricciones presupuestarias, las cuales fueron flexibilizadas en el tiempo, permitiendo a un mayor número de usuarios acceder a ella. A inicios del año 2023, la unidad de diabetes recibió un número significativo de usuarios (provenientes del sistema privado de salud), y que presentaban glargina 300UI/ml en sus tratamientos en curso, siendo mantenidos una vez incorporados al programa. Por lo anterior, fue necesario realizar un nuevo ajuste en el abastecimiento para sustentar la demanda. Lo anterior explica las diferencias en los comportamientos temporales detectados en las gráficas.

- Dentro de los parámetros evaluados en la programación estocástica en dos etapas están la precisión de μ , los costos totales y el porcentaje de ahorro.
- La precisión de μ o valor estimado es contrastado con la demanda real. En el caso de la demanda alta fue mejor para la distribución GA, tanto para calcio 500mg/ vitamina D 400UI como para glargina 100UI/ml, mientras que en el caso de glargina 300UI/ml fue mejor con la NO, siendo totalmente opuesto a lo obtenido con Akaike. Esto pudiese ser explicado comprendiendo que AIC penaliza al modelo más complejo, a pesar de que la distribución pueda ser más sensible al captar los valores atípicos en la tendencia. Por otro lado, está la estructura de la demanda que hace que la diferencia en precisión entre ambas distribuciones sea menos acentuada. Para el grupo de demanda media, los valores de μ son mejores con la NO, al igual que lo sostenido con Akaike. Sin embargo, para demandas bajas, no es posible

determinar la precisión para productos con demanda en 0. Para los productos restantes (metronidazol 500mg, metilprednisolona 40mg y tacrolimus 5mg), las precisiones fueron mejores con NBII, ZINBI y la NO, respectivamente. Llama la atención que la NO tenga mejor precisión para tacrolimus 5mg; este punto será mencionado en los comentarios relacionados con la escala de Likert. Otro hallazgo interesante a mencionar son los valores de μ que para algunos productos son idénticos entre la NO y la GA (ciclosporina 10mg, metronidazol 500mg y metilprednisolona 40mg), lo cual es efectivo y puede ocasionarse para algunos productos. Esto ha sido descrito por Kotlarsky (1967) en la caracterización de las distribuciones GA y NO.

- En relación a los costos totales (tabla 11), de los 13 medicamentos analizados, 9 presentan una propuesta de costos más baja que los costos totales reales. Solo en tres de los casos los costos totales reales fueron menores que los sugeridos por las distribuciones (clonidina 0,1mg, metronidazol 50mg y metilprednisolona 40mg, pertenecientes a la demanda baja) y sólo un caso (propiltiouracilo 50mg) presentó igualdad de costo total en todas las propuestas, incluyendo la real, en contexto que no hay demanda, por lo que ni las distribuciones ni el escenario real proponen abastecer o solicitan reposición.

- Con respecto al ahorro (tabla 11), éstos son inversamente proporcionales al porcentaje de ahorro obtenido. Considerando la observación en el párrafo anterior, el propiltiouracilo 50mg obtiene 0% ahorro. Tres casos presentan 100% de ahorro

debido a que las propuestas de las distribuciones sugieren no abastecer, comparado con la real que sí lo realiza, a pesar de no ser necesario. Esto es coincidente con los casos en que la demanda del mes a evaluar es 0 (clonidina 0,1mg, tacrolimus 0,5mg y cilostazol 100mg). Los valores con porcentaje de ahorro negativo se refieren a escenarios en que la propuesta real es mejor que la obtenida a través de las distribuciones (ciclosporina 10mg, metronidazol 500mg, metilprednisolona 40mg). Finalmente, todos los medicamentos pertenecientes a la demanda media y alta, además del tacrolimus 5mg (en total 6 medicamentos), presentaron ahorro (desde un 3,3% a un 58,9%) con la NO, a excepción de glargina 300UI/ml, donde el mejor ahorro se obtiene con la NBII.

- Los resultados para la programación estocástica, basados en la escala de Likert (tablas 12 a 15, resumen en Anexo M) para evaluar los parámetros descritos (Akaike, precisión de μ , desabastecimiento, costo total y ahorro), mostraron que:
 - Para la demanda baja con intermitencia, la GA no obtiene puntuación debido a que no puede modelar las intermitencias encontradas. Para las distribuciones restantes pondera mejor la ZINBI, lo cual es esperable debido a que es una distribución que acepta la presencia de ceros. La excepción a esta tendencia está con tacrolimus 5mg, ya que logra mejor precisión con la NO. Para explicar esta excepción, se investigaron los gráficos, encontrando que su demanda consigue cifras cercanas a las 700 unidades, lo que permite a la NO caracterizar los datos de mejor forma, comparado con metronidazol 500mg y metilprednisolona 40mg cuyas demandas alcanzan cifras cercanas a las 300 unidades. Todavía, en este caso

particular, a pesar de aportar 17 ceros a los datos del período a estudiar, el obtener un rango numérico superior permite a la NO optar por ordenar (diferenciándola de las distribuciones discretas), generar un pequeño saldo (en vez de llevar a desabastecimiento) y consecuentemente conseguir mejores costos totales y un mejor porcentaje de ahorro. Esta sutileza había sido previamente fundamentada por Rojas et al., (2020). Por otro lado, se debe considerar que tacrolimus 0,5mg, cilostazol 100mg y propiltiouracilo 50mg no presentan demanda en el mes a evaluar, por ende no se puede determinar el porcentaje de precisión, asignando cero puntos a todos los casos. Los valores de Z para estos tres medicamentos también son ceros en todas las distribuciones. Al no sugerir ordenar/reponer, otorga el mismo puntaje para todos los parámetros restantes a evaluar. Por lo tanto, no hay mucho que comparar debido a que se mantiene la misma decisión para todos los parámetros a comparar. Esto concuerda con lo reportado por Larsen y Thorstenson (2014), donde se limitan las opciones de comparar sólo al ajuste por el criterio de Akaike (Amezziane & Ahmed, 2023).

- Para la demanda baja sin intermitencia, la mejor opción está con la ZINBI; en un caso, está la GA (para metilprednisolona 40mg), igualando a ZINBI con ciclosporina 10mg, a pesar de que Akaike informa mejor ajuste con la GA en este rango. Se debe considerar que en el caso de clonidina 0,1mg no se puede determinar la precisión de μ , asignándose valores 0 a todas las distribuciones en este ítem. ZINBI supera sólo a NBII al alcanzar mejor puntuación con Akaike. Otras particularidades se obtienen en los casos de ciclosporina 10mg y metilprednisolona

40mg, donde Z es cero; por ende, no hay necesidad de ordenar. De esta forma, el desabastecimiento, el costo total y el porcentaje de ahorro siempre serán los mismos, razón que permitió a los valores alcanzar el máximo para todos los casos. Para el metronidazol 500mg, tanto la ZINBI como la NO, sugieren no ordenar; por lo tanto, obtienen los puntajes más altos en los costos totales y el ahorro; sin embargo, la NO es superada por la ZINBI en Akaike y porcentaje de mu.

- En la demanda media, los resultados obtenidos bajo escala de Likert se mantienen con respecto a lo decidido por Akaike, dejando a la NO como la mejor opción para los dos fármacos revisados. No obstante, resulta necesario indagar más en este tramo con la finalidad de evaluar la reproducibilidad del resultado frente a otros casos, así como también encontrar fármacos con dependencia temporal para su evaluación y análisis.

- En el rango de demanda alta, insulina glargina 100UI/ml conserva a la NO como la mejor alternativa, no así para glargina 300UI/ml obteniendo mejores resultados con la NBII en costos totales y ahorro. Cabe señalar que la NBII es una muy buena alternativa a la NO, mostrando una buena tendencia en la generalidad de los casos, es una distribución capaz de captar asimetrías y está diseñada para datos de conteo, aportando mayor flexibilidad que la NO. Por otro lado, calcio 500mg/ vitamina D 400UI obtiene resultados similares tanto para la NO como con la GA. Por un lado, GA ofrece una precisión superior, entregando un saldo al final del período evaluado comparado con las distribuciones restantes, cuyas propuestas

conducen a desabastecimiento. Por su parte, la NO aporta los mejores costos totales y ahorro. Dados estos resultados, es crucial abordar un punto significativo referido al manejo de la incertidumbre en la demanda en el contexto de salud y el desabastecimiento. Frente a similares o a ligeras diferencias en los costos totales, ¿Cuál es la decisión más costo-conveniente? Para este ejemplo, la NO ofrece la mejor minimización de costos totales (\$32.027.332), sin embargo, 4.270 unidades quedan desabastecidas, comparado con la GA que ofrece la segunda mejor alternativa en costos totales (\$32.399.313), permitiendo un ligero superávit de 5.827 unidades. Por lo tanto, optar por esta última alternativa podría ser la decisión más acertada, considerando la posibilidad de dar la mejor cobertura a los usuarios sin dejar medicamentos pendientes en las dispensaciones. Por lo tanto, resulta relevante señalar que en escenarios de incertidumbre en la demanda, el objetivo final intenta disminuir las posibilidades de desabastecimiento, o al menos minimizarlos de la forma más significativa posible.

El análisis final del estudio utiliza la escala de Likert ya que es una herramienta comúnmente empleada y difundida en investigación, considerando procesos que involucran toma de decisiones (Barua, 2013). No obstante, para escenarios en que hay más de un criterio involucrado es posible aplicar la metodología de toma de decisiones para múltiples criterios (MCDM) y donde incluso se ha intentado traducir escalas de Likert a MCDM así como lo han demostrado Misra y Panda (2017). Sin embargo, este tipo de análisis va más allá de los objetivos y el propósito establecido para este trabajo.

CONCLUSIONES

1. El Diagrama de Pareto es una herramienta útil para categorizar los niveles de demanda de los medicamentos en una farmacia. El uso conjunto de gráficos exploratorios, se convierten en una herramienta robusta para un análisis exhaustivo del comportamiento de los datos, permitiendo descubrir patrones o correlaciones que a veces no resultan tan evidentes con la visualización de los datos. Así se identificaron cuatro tramos de demanda y 13 fármacos para los análisis.
2. El criterio de Akaike permite comparar el desempeño de los distintos modelos que procuran explicar el comportamiento del mismo conjunto de datos. Los mejores ajustes se lograron con la distribución normal y la gamma en la demanda alta. La demanda media mantiene la normal como mejor opción, mientras que la baja exhibe mejor ajuste con gamma. Por otro lado, la demanda con intermitencia se adapta mejor a la binomial negativa inflada en cero.
3. La construcción de modelos de abastecimiento requieren de la determinación de los parámetros de costo asociados a la gestión de inventario (costo de almacenar, ordenar y desabastecimiento), además del monto máximo de compra. De esta forma se incorporan en el modelo de optimización para encontrar políticas de inventario que minimicen costos totales.
4. La programación estocástica en dos etapas aporta un enfoque valioso para optimizar procesos de toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. Para los 13 fármacos revisados, 6 generan costos totales menores en comparación

con el costo total real, con un rango entre 3,3% hasta un 58,9% de ahorro; en 3 casos alcanza 100% de ahorro. Sólo en otros tres, la propuesta real aporta mejores costos totales que las obtenidas con las distribuciones, mientras que solo en un caso, las propuestas de las distribuciones y la real fueron coincidentes.

5. Para la comparación de los parámetros de desempeño se utilizó la escala de Likert. En los medicamentos de demanda alta, la NO es la distribución que presenta mejores resultados, seguida de la GA y la NBII. La demanda media mantiene la NO como la mejor opción. Fármacos con demanda baja aportan mejor resultado con la ZINBI seguida de la GA; mientras que los que presentan intermitencia mantienen la ZINBI como la mejor opción, encontrando una excepción que responde mejor a la NO debido a sus particularidades.
6. Si bien existe una orientación respecto a las distribuciones más apropiadas para cada tramo de la demanda de medicamentos, resulta relevante evaluar más casos a fin de comprobar las respectivas tendencias; así también, resulta relevante identificar y analizar excepciones para determinar cuál es la distribución que aporta mejores resultados para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

Este estudio aporta una primera aproximación para comprender el impacto de algunas distribuciones de probabilidad teóricas respecto de los datos reales para diferentes rangos de demanda, utilizando la programación estocástica en dos etapas. Por lo tanto, es imperativo analizar una mayor cantidad de casos frente a diversos patrones de temporalidad con la finalidad de confirmar tendencias, y verificar la reproducibilidad de los resultados a fin de establecer criterios fundamentales de selección para los tramos establecidos. De la misma forma, es importante identificar situaciones excepcionales que puedan presentarse en el comportamiento de los datos reales. Por lo antes expuesto, es esencial para el investigador en la materia generar habilidades para el dominio y comprensión de las estadísticas aplicadas que le permitan detectar e interpretar el comportamiento de los datos bajo escenarios particulares y que escapen al patrón esperado.

Además, es pertinente considerar que la optimización de costos apoyada con un enfoque sistemático para la obtención de un modelo predictivo de abastecimiento robusto aporta no sólo en la toma de decisiones informadas y estratégicas, sino que también beneficia en la gestión oportuna de la demanda y el abastecimiento particularmente, necesario en el ámbito en salud.

REFERENCIAS

- Ahmadi-Javid, A., Jalali, Z., & Klassen, K. J. (2017). Outpatient appointment systems in healthcare: A review of optimization studies. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 3-34. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.064>
- Álvarez, Y., & Torres, C. (2020). Propuesta de un modelo de inventario probabilístico para los medicamentos clase A de la farmacia de una IPS en el Norte del Valle [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial]. *Facultad de Ingeniería* 1-52. Accedido el 28 de septiembre 2023 desde <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstreams/53d8c180-45bd-4689-be08-b5ffd9df2672/download>
- Amat, J. (2020). *GAMLSS: modelos aditivos generalizados para posición, escala y forma*. CC BY-NC-SA 4.0. Accedido el 29 de septiembre del 2023 desde https://cienciadedatos.net/documentos/63_gamlss.html
- Amezziane, M., & Ahmed, S. E. (2023). Improving the Bickel-Rosenblatt Global Measure of Deviation and Goodness-of-Fit Test. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4591595>
- Arango-Serna, M. D., Serna-Urán, C. A., & Patiño-Rivera, B. E. (2017). Gestión de pedidos de medicamentos oncológicos usando programación estocástica. *Dyna*, 84(201), 59-67. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.50467>
- Ballou, R. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro* (5ta. ed.). Pearson Educación.
- Barua, A. (2013). Methods for Decision-Making in Survey Questionnaires Based on Likert Scale. *Journal of Asian Scientific Research*, 3(1), 35-38. Accedido el 5 de julio del 2024, desde <https://archive.aessweb.com/index.php/5003/article/view/3446>
- Benjamin, M. A., Rigby, R. A., & Stasinopoulos, D. M. (2003). Generalized Autoregressive Moving Average Models. *Journal of the American Statistical Association*, 98(461), 214-223. <https://doi.org/10.1198/016214503388619238>

- Bhakoo, V., Singh, P. J., & Sohal, A. S. (2012). Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: practices and issues. *Supply Chain Management, 17*, 217-230.
- Castrellón-Torres, J. P., Torres-Acosta, J. H., & Adarme-Jaimes, W. (2014). Model for the logistics distribution of medicines in the Colombian public health program. *Dyna, 81*(187), 257-266. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n187.46107>
- Cuervo, R. A., Martínez, J., & Orjuela, J. A. (2021). Modelos logísticos estocásticos aplicados a la cadena de suministro: una revisión de la literatura. *Ingeniería, 26*(3), 334-366. Accedido el 2 de octubre 2023 desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498870156003>
- Dias, V., Quick, J. D., & Rankin, J. R. (2012). Chapter 23: Inventory Management. In M. A. Embrey & M. S. f. Health (Eds.), *MDS-3: Managing Access to Medicines and Health Technologies* (pp. 1-24). Kumarian Press.
- Eppen, G. D., Gould, F. J., Ruiz, Á. C. G., & García, G. S. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas* (5ta ed.). Pearson Educación.
- Esparza-Albarracín, O., Pereira-Alencar, A., & Lee-Ho, L. (2019). Generalized autoregressive and moving average models: multicollinearity, interpretation and a new modified model. *Journal of Statistical Computation and Simulation, 89*(10), 1819-1840. <https://doi.org/10.1080/00949655.2019.1599892>
- Faune, C. (2016). Rediseño de la gestión del stock de medicamentos de la farmacia de un Hospital Público. [Memoria para optar al título de Ingeniero Industrial]. *Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Ingeniería Industrial, 1-118*. Accedido el 15 de octubre del 2023 desde <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140397/Rediseno-de-la-gestion-del-stock-de-medicamentos-de-la-Farmacia-de-un-Hospital-Publico.pdf?sequence=1>
- Gallego, G. (1990). Scheduling the Production of Several Items with Random Demands in a Single Facility. *Management Science, 36*(12), 1579-1592. <https://doi.org/10.1287/mnsc.36.12.1579>

- Garay, F., Lam, F., Mora, M., & Rodríguez, M. (2017). Manual de Clientes - Usuarios CENABAST. 1-62. Accedido el 7 de diciembre del 2023 desde <https://www.cenabast.cl/wp-content/uploads/2017/11/Manual-de-Usuarios-Cenabast.pdf>
- Gavião, L. O., Sant'Anna, A. P., Lima, G. B. A., & Garcia, P. A. d. A. (2023). Composition of Probabilistic Preferences in Multicriteria Problems with Variables Measured in Likert Scales and Fitted by Empirical Distributions. *Standards*, 3(3), 268-282. <https://www.mdpi.com/2305-6703/3/3/20>
- Granda, C. (2023). *Lectura 1 Autocorrelación*. RStudio. Accedido el 11 de diciembre del 2023 desde https://rpubs.com/carlosgranda_10/1028766
- Hernández-González, C. J. (2011). Propuesta de metodología para la gestión del reabastecimiento en la empresa «Astilleros del Oriente»(ASTOR). *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 2, 53-60.
- Huerta, M. (21-26 de Octubre 2022). Modelos de dimensionamiento de lotes para el abastecimiento de fármacos bajo escenarios de demanda aleatoria [Sesión de conferencia]. XX Coloquio Doctoral de CLADEA, Guayaquil, Ecuador.
- IBM. (2021). *IBM Documentación SPSS Modeler*. IBM Corporation. Accedido el 10 de diciembre del 2023 desde <https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=data-autocorrelation-partial-autocorrelation-functions>
- Kalaya, P., Termsuksawad, P., & Wasusri, T. (2019). Lumpy Demand Forecasting for Slow-moving Medicines: A Case Study of Community Hospital Thailand. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15(1), 82-92. <https://doi.org/10.14456/ijps.2019.6>
- Kalaya, P., Termsuksawad, P., & Wasusri, T. (2023). Forecasting and Inventory Planning for Irregular Demand Patterns: The Case of Community Hospitals in Thailand. *International Journal of Knowledge and Systems Science*, 14, 1-21. <https://doi.org/10.4018/IJKSS.328678>

- Kelle, P., Woosley, J., & Schneider, H. (2012, 2012/06/01/). Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case. *Operations Research for Health Care*, 1(2), 54-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.orhc.2012.07.001>
- Kotlarski, I. (1967, 1/1). On characterizing the gamma and the normal distribution. *Pacific Journal of Mathematics*, 20(1), 69-76.
- Larsen, C., & Thorstenson, A. (2014, 2014/01/01/). The order and volume fill rates in inventory control systems. *International Journal of Production Economics*, 147, 13-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.07.021>
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. *Management Science*, 50(12), 1875-1886. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0266>
- Liu, M., Zhang, Z., & Zhang, D. (2017, 2017/05/01/). Logistics planning for hospital pharmacy trusteeship under a hybrid of uncertainties. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 101, 201-215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.02.006>
- Lorenzo, O. (2004). A comprehensive review of the enterprise systems research. *Instituto de Empresa Business School Working Paper No. WP*, 12(04), 1-20. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1003752>
- Martínez, D., Albín, J., Cabaleiro, J., Pena, T., Rivera, F., & Blanco, V. (2009, 16-18 de septiembre). *El criterio de información de Akaike en la obtención de modelos estadísticos de Rendimiento [Conferencia paper]* XX Jornada de Paralelismo, A Coruña
- Martínez Winter, L. A. (2013). *Propuesta de mejora al modelo de gestión de inventarios y abastecimiento para el área de abastecimiento, farmacia y bodega del Hospital Base de Puerto Montt* [Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad Austral de Chile]. Puerto Montt. Accedido el 10 de octubre 2023 desde <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bpmfcim385p/doc/bpmfcim385p.pdf>

- Misra, S., & Panda, R. (2017, 01/01). Scale transformation of analytical hierarchy process to Likert weighted measurement method: an analysis on environmental consciousness and brand equity. *International Journal of Society Systems Science*, 9, 242. <https://doi.org/10.1504/IJSSS.2017.087431>
- Paladino, M. (2017). *Modelos lineales con R*. Accedido el 9 de Diciembre del 2023 desde https://www.institutomora.edu.mx/testU/SitePages/martinpaladino/modelos_lineales_con_R.html#criterio-de-informacion-de-akaike.
- Parada, K., & Trujillo, N. (2019). *Diseño de un modelo de pedidos para una IPS en la ciudad de Bogotá mediante el uso de técnicas de inventarios* [Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de Ingeniero Industrial, Universidad de La Salle]. Bogotá. Accedido el 10 de octubre del 2023 desde https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=ing_industrial
- Raa, B., & Aghezzaf, E. H. (2005, 2005/04/01). A robust dynamic planning strategy for lot-sizing problems with stochastic demands. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 16(2), 207-213. <https://doi.org/10.1007/s10845-004-5889-3>
- Rojas, F. (2017). A methodology for stochastic inventory modelling with ARMA triangular distribution for new products. *Cogent Business & Management*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/23311975.2016.1270706>
- Rojas, F. (2019). Optimal contribution margin in food service using inventory control with statistical dependence. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27, 89-100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000100089>
- Rojas, F., Leiva, V., Huerta, M., & Martin-Barreiro, C. (2021). Lot-Size Models with Uncertain Demand Considering Its Skewness/Kurtosis and Stochastic Programming Applied to Hospital Pharmacy with Sensor-Related COVID-19 Data. *Sensors*, 21(15), 1-19. <https://doi.org/10.3390/s21155198>
- Rojas, F., Leiva, V., Wanke, P., Lillo, C., & Pascual, J. (2019). Modeling lot-size with time-dependent demand based on stochastic programming and case study of drug supply in Chile. *PLOS ONE*, 14(3), 1-24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212768>

- Rojas, F., Román, D., Farías, P., & Coluccio, G. (2015). Propuesta de abastecimiento de medicamentos coordinando multiniveles de demanda. Un caso ilustrativo chileno. *Estudios Gerenciales*, 31(137), 419-431. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.08.001>
- Rojas, F., Wanke, P., Coluccio, G., Vega-Vargas, J., & Huerta-Canepa, G. F. (2020). Managing slow-moving item: a zero-inflated truncated normal approach for modeling demand. *PeerJ Computer Science*, 6, 1-22. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.298>
- Rojas, F., Wanke, P., Leiva, V., Huerta, M., & Martin-Barreiro, C. (2022). Modeling Inventory Cost Savings and Supply Chain Success Factors: A Hybrid Robust Compromise Multi-Criteria Approach. *Mathematics*, 10(16), 2911. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/math10162911>
- Román, G. (2010). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios que permita mejorar la planeación y la distribución de las medicinas a las farmacias de un Hospital* [Trabajo para optar al Título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima. Accedido el 12 octubre 2023 desde https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620870/ROMAN_CG.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Saha, E., & Ray, P. K. (2019). Modelling and analysis of inventory management systems in healthcare: A review and reflections. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106051>
- Soto Álvarez, J. (2001). Estudios de farmacoeconomía: ¿por qué, cómo, cuándo y para qué? *Medifam*, 11(3), 147-155.
- SSMO. (s.f.). *Carteras de Servicios, SSMO - Hospital del Salvador*. SSMO. Accedido el 11 de diciembre del 2023 desde <https://www.saludorient.cl/websaludorient/wp-content/uploads/2019/08/Hospital-del-Salvador.pdf>
- Stasinopoulos, D. M., & Rigby, R. A. (2007). Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software*, 23(7), 1 - 46. <https://doi.org/10.18637/jss.v023.i07>

Vidal, C., Londoño, J. C., & Contreras, F. (2011). Aplicación de los Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. *Ingeniería y Competitividad*, 6(1), 35 - 52.
<https://doi.org/10.25100/iyc.v6i1.2287>

Xie, Y. (2016). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. 138 pp.

ANEXOS

Anexo A: Medicamentos seleccionadas a partir de las categorías del Diagrama ABC

Número de dato/mes	CAD.A	GLAR100.A	GLAR300.A	PARA500.B	PRED5.B	CLONI01.C	CICLO10.C	METRO500.C	MEPRED40.C	TACRO5.C	TACRO0.5.C	CILOST.C	PTU.C
1	123391	1692	379	169884	64233	300	420	205	45	180	120	60	0
2	199570	1522	346	168264	64127	90	420	50	38	120	60	30	0
3	228202	1954	458	198458	78595	90	300	75	18	150	120	30	0
4	140608	3004	680	209255	85330	240	180	0	4	180	60	30	0
5	242222	1577	417	165898	69533	270	0	105	6	120	240	0	0
6	204944	2280	539	189498	74748	180	360	102	2	360	180	0	0
7	176240	1854	358	154390	63655	630	180	34	0	180	230	180	0
8	173490	1480	312	149669	58124	180	620	60	1	0	0	0	0
9	189320	1831	493	164925	70956	270	0	144	4	120	0	238	300
10	200750	2091	276	175920	74809	0	230	73	1	420	350	181	0
11	174284	1500	403	170295	71326	420	370	142	17	240	220	114	100
12	202460	1911	445	167090	69541	780	180	177	16	0	260	0	0
13	177880	1994	324	190360	82384	360	350	123	45	540	80	0	0
14	157260	1382	336	130720	56215	390	360	77	14	0	0	30	0
15	244170	2455	597	205823	88756	870	180	209	37	90	210	0	0
16	216040	2122	350	195619	82088	180	480	112	22	220	40	20	0
17	179990	1669	359	157212	62883	270	360	30	50	540	180	0	0
18	215490	2183	518	183100	77707	720	180	30	42	0	0	0	200
19	211200	2277	408	185160	77823	0	180	84	45	0	90	0	200
20	210140	2038	492	176500	77225	240	360	48	66	180	0	60	0
21	200560	2100	504	181030	73649	630	180	84	25	0	0	0	200
22	200480	1878	342	171850	72536	90	180	127	54	0	90	90	200
23	200150	2443	629	172125	75323	90	540	126	65	540	0	90	0
24	224000	2203	631	189295	82564	270	240	98	54	0	0	0	300
25	199860	2015	504	198390	72746	90	540	62	45	0	30	0	170
26	167240	1860	555	154950	53634	0	180	30	28	0	100	90	30
27	241320	2431	702	217135	88689	405	400	171	60	360	300	0	240
28	203080	1750	453	173900	71991	0	180	164	44	120	0	0	60
29	202290	2125	714	179805	66266	0	180	270	49	240	0	0	20
30	206050	2181	676	181240	75849	270	180	99	31	360	0	211	0
31	212420	2057	604	177860	77089	135	180	156	62	0	90	60	300
32	224640	2147	729	200750	73151	30	450	258	32	0	0	0	0
33	219160	2063	754	197580	74500	90	540	84	67	180	0	90	0
34	211320	1964	732	194190	68888	135	180	102	38	0	90	53	0
35	225660	2177	743	212685	72005	270	540	238	72	360	0	37	0
36	222430	1984	788	197300	71185	0	360	63	69	120	0	90	0
37	208930	1753	806	202585	70285	0	0	0	39	0	90	0	0
38	185140	1557	717	171440	57680	135	10	14	56	360	20	90	0
39	253430	2189	872	232445	78836	180	520	77	69	0	0	20	120
40	201770	1869	660	177060	62253	90	0	169	83	100	0	33	0
41	207012	2033	890	184690	59879	45	0	42	86	680	270	90	0
42	236120	1189	1008	212650	69343	180	360	21	99	10	0	0	0
43	215935	2134	1192	192160	64815	315	0	142	82	0	0	0	0
44	235118	2229	1329	206920	67482	0	420	105	69	720	270	7	0
45	216370	1354	1067	194760	59993	90	0	177	71	180	140	144	90
46	207105	1782	1515	216155	68303	510	360	115	111	0	220	170	0
47	218073	2071	1460	196835	65597	240	0	84	101	400	90	0	0
48	229907	1381	1390	195965	62130	0	360	291	48	400	0	0	0

Glosa: CAD.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5 mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40 mg, TACRO5.C: Tacrolimus 5 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg

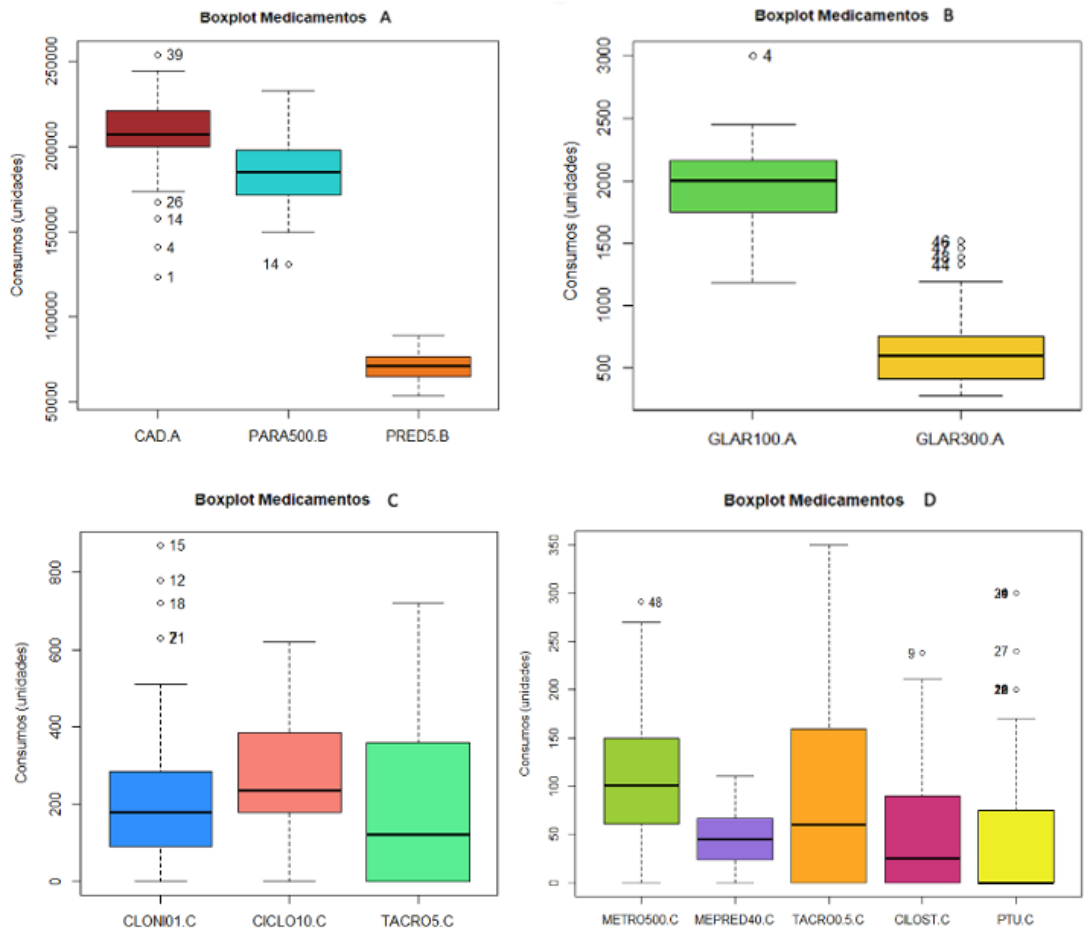
Anexo B: Resumen de datos para los medicamentos seleccionados

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
CAD.A	205067.10417	25919.03768	20190.00	123391	199787.50	207058.5	219977.50	253430	48
CICLO10.C	266.45833	177.79368	197.50	0	180.00	235.0	377.50	620	48
CILOST.C	48.70833	63.96374	90.00	0	0.00	25.0	90.00	238	48
CLONI01.C	224.37500	217.67784	187.50	0	90.00	180.0	277.50	870	48
GLAR100.A	1952.81250	339.85013	402.25	1189	1752.25	2004.5	2154.50	3004	48
GLAR300.A	655.33333	313.22063	331.00	276	414.75	600.5	745.75	1515	48
MEPRED40.C	45.45833	28.40884	42.00	0	24.25	45.0	66.25	111	48
METRO500.C	109.35417	70.54906	85.50	0	61.50	100.5	147.00	291	48
PARA500.B	185245.62500	19988.73870	26035.00	130720	171747.50	184925.0	197782.50	232445	48
PRED5.B	70973.31250	8259.32971	11489.50	53634	64669.50	71255.5	76159.00	88756	48
PTU.C	52.70833	94.59296	67.50	0	0.00	0.0	67.50	300	48
TACRO0.5.C	88.33333	102.21657	150.00	0	0.00	60.0	150.00	350	48
TACROS.C	182.70833	199.37924	360.00	0	0.00	120.0	360.00	720	48

Glosa: mean: promedio, sd: desviación estandar, IQR: índice intercuartílico, 0%: valor mínimo, 100%: valor máximo, 25%: 1er cuartil, 75%: 3er cuartil y 50%: mediana.

CAD.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5 mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 5 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg.

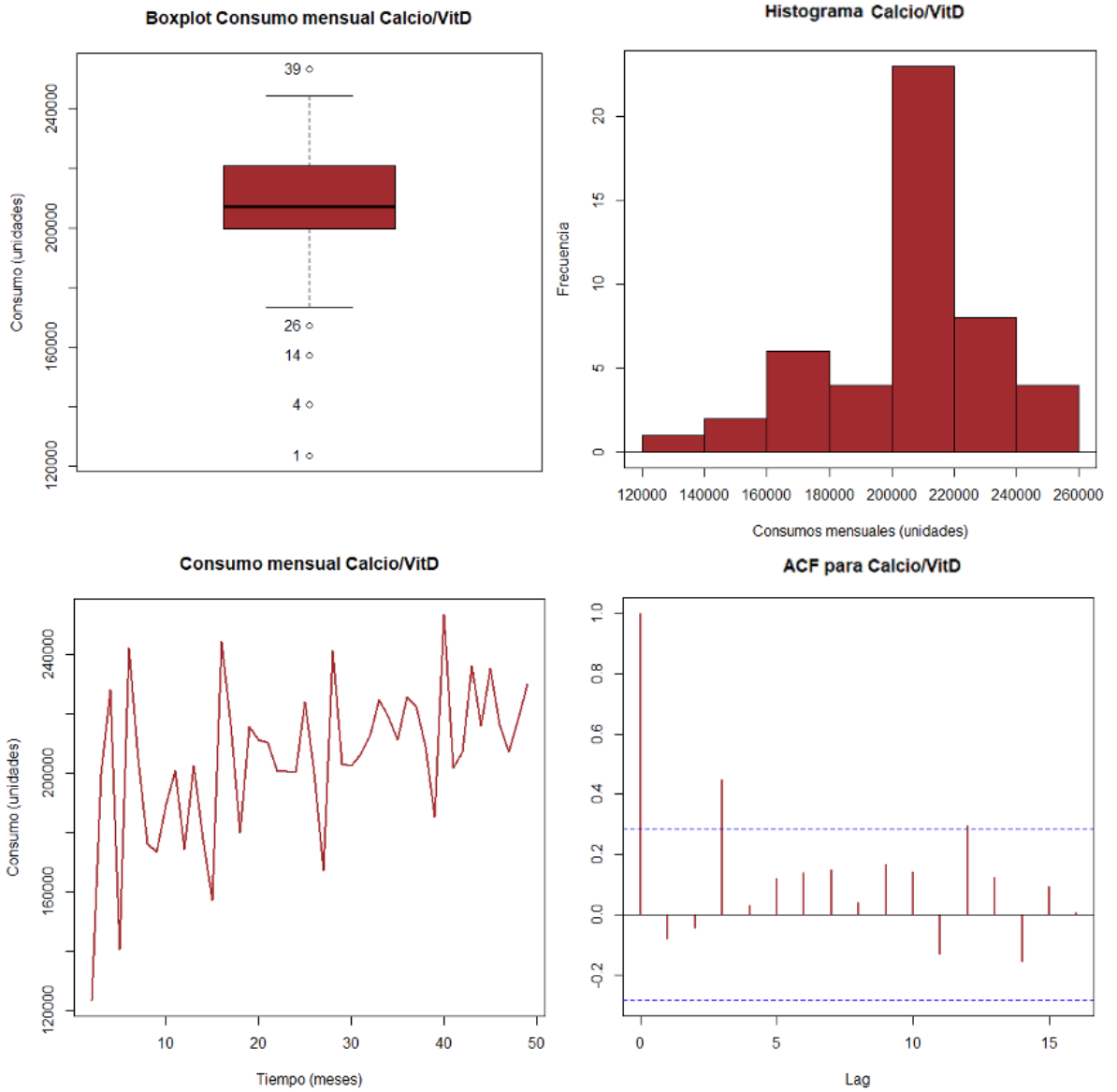
Anexo C: Diagramas de caja para los medicamentos seleccionados



Glosa: CAD.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5 mg, CLONI01.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 5 mg, TACRO0.5.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Cilostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg.

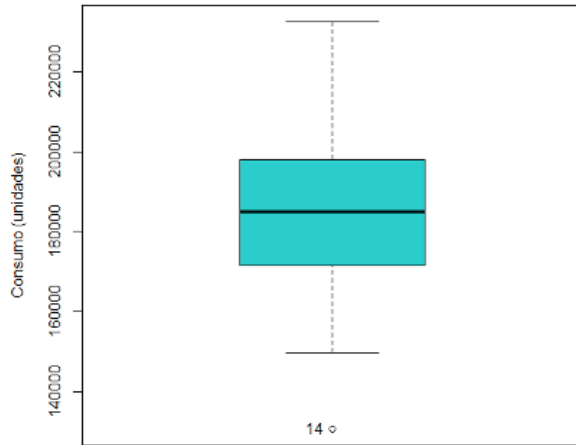
Anexo D: Diagramas de Caja, histogramas y gráficos de temporalidad y ACF para los fármacos seleccionados.

- ✓ Calcio carbonato 500 mg/ Vitamina D 400 UI

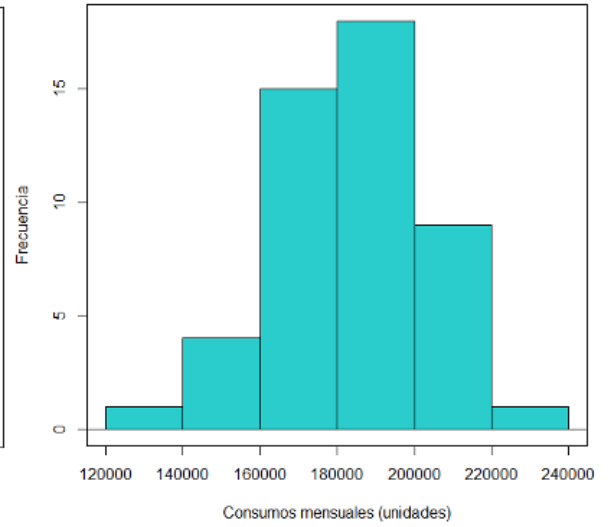


✓ Paracetamol 500 mg

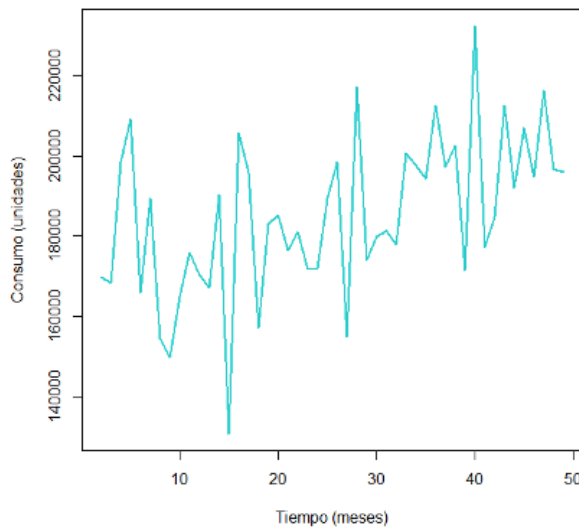
Boxplot Consumo mensual Paracetamol 500 mg



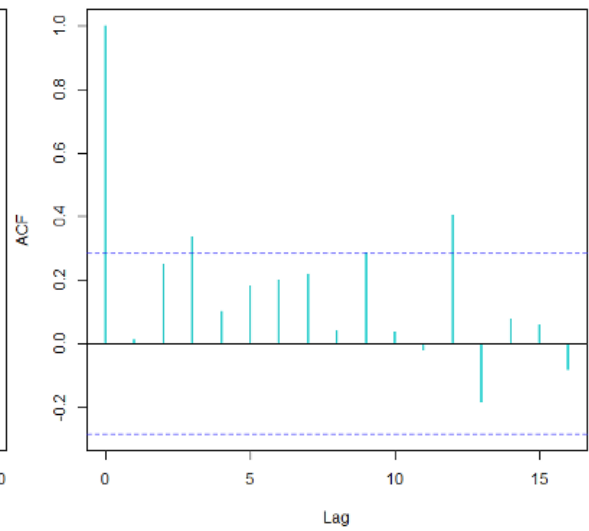
Histograma Paracetamol 500mg



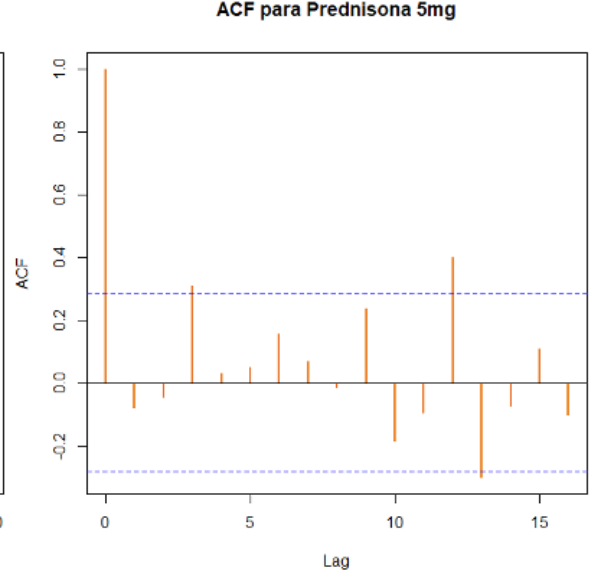
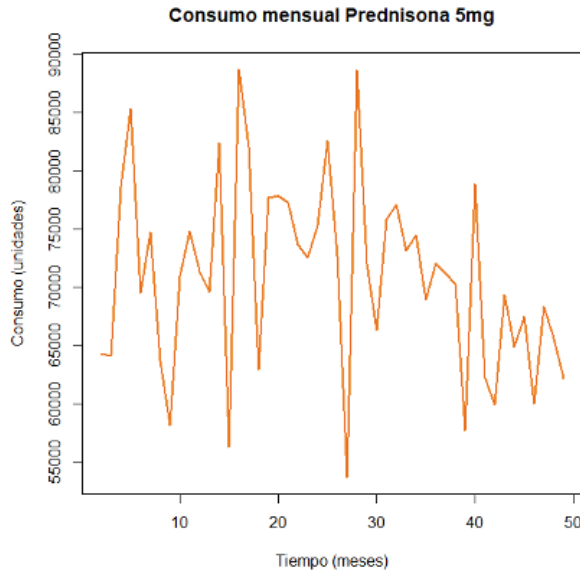
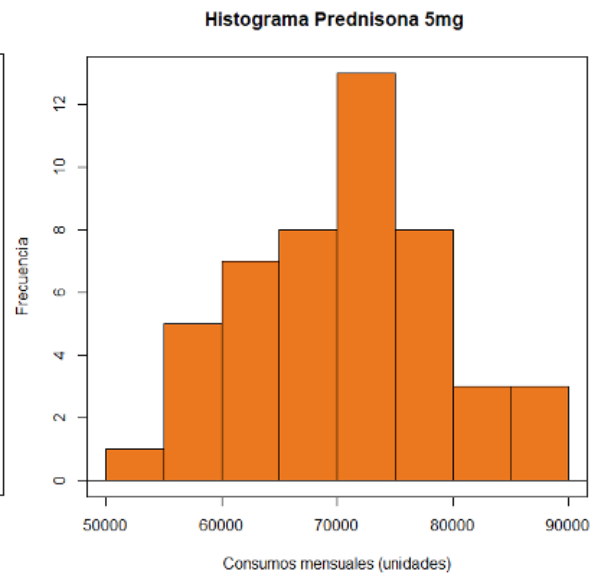
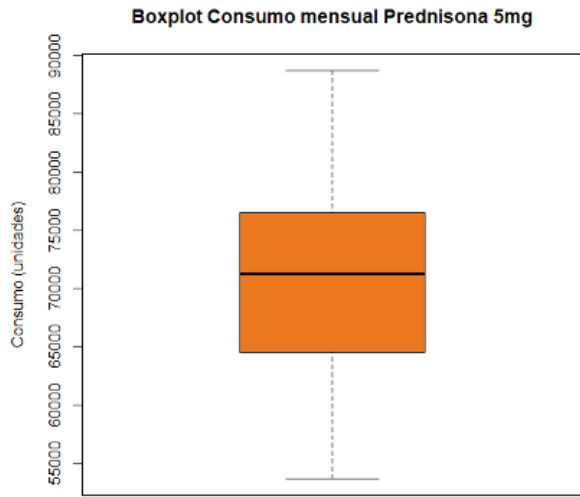
Consumo mensual Paracetamol 500mg



ACF para Paracetamol 500mg

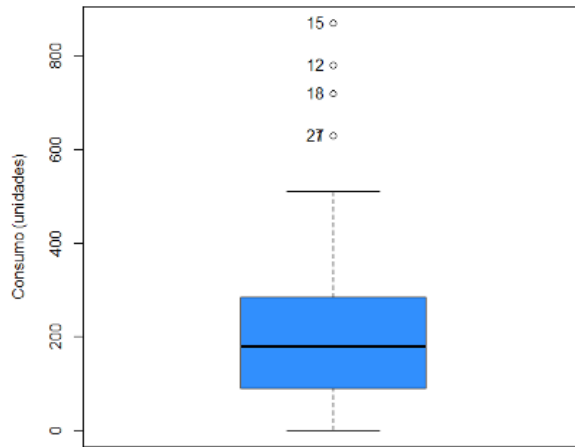


✓ Prednisona 5 mg

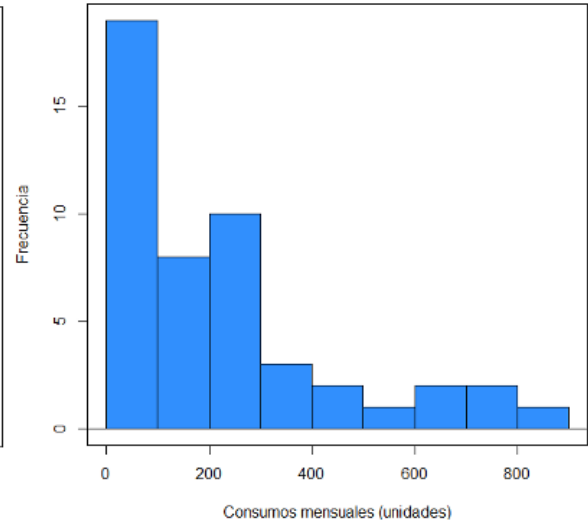


✓ Clonidina 0,1 mg

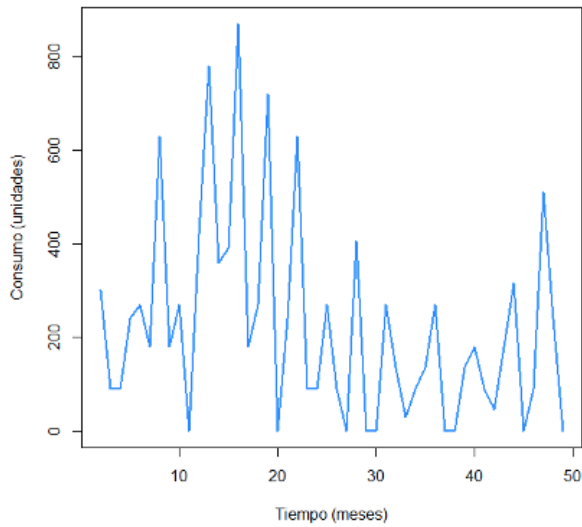
Boxplot Consumo mensual Clonidina 0,1mg



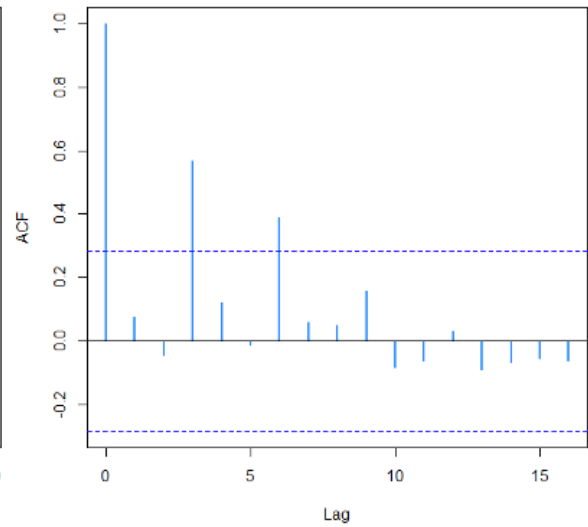
Histograma Clonidina 0,1mg



Consumo mensual Clonidina 0,1mg

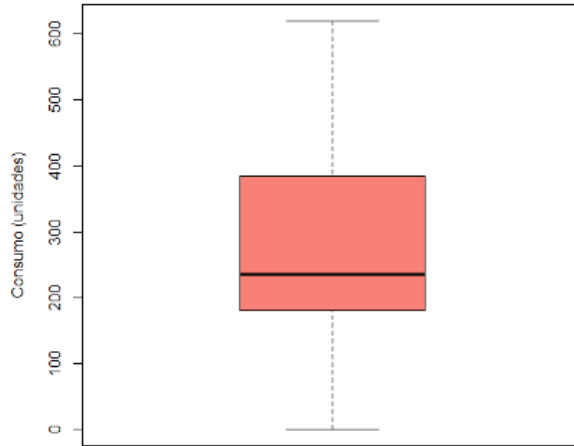


ACF para Clonidina 0,1mg

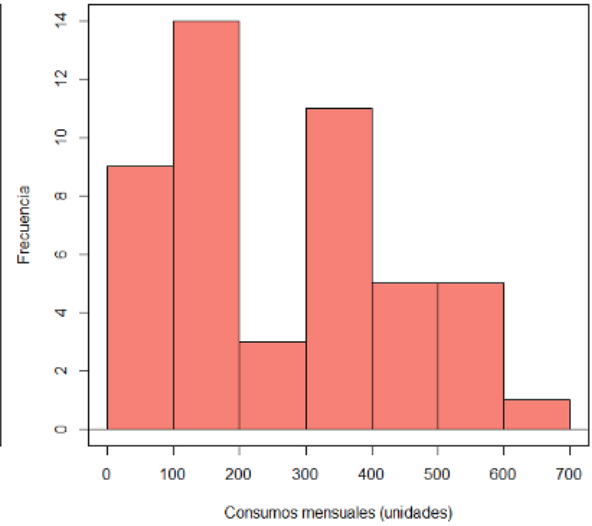


✓ Ciclosporina 10 mg

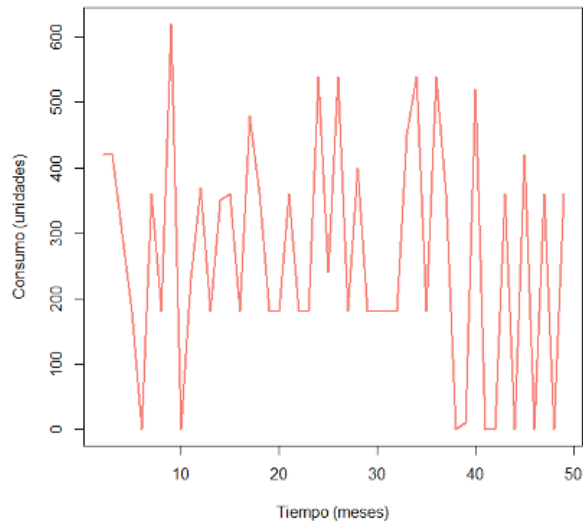
Boxplot Consumo mensual Ciclosporina 10mg



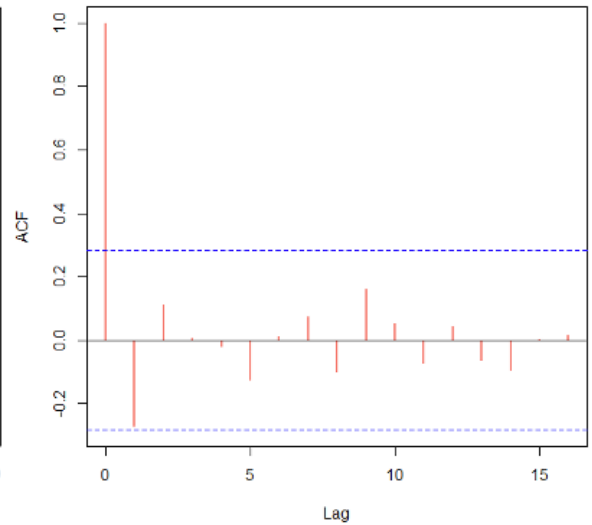
Histograma Ciclosporina 10mg



Consumo mensual Ciclosporina 10mg

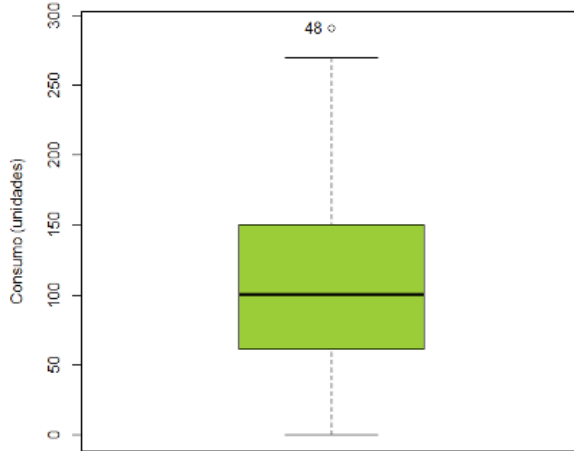


ACF para Ciclosporina 10mg

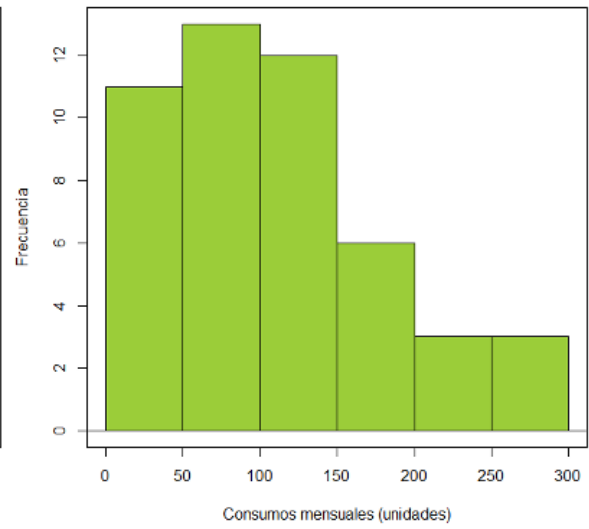


✓ Metronidazol 500 mg

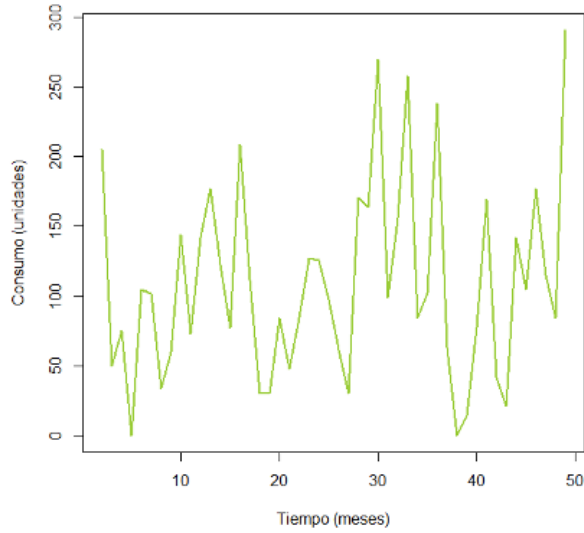
Boxplot Consumo mensual Metronidazol 500mg



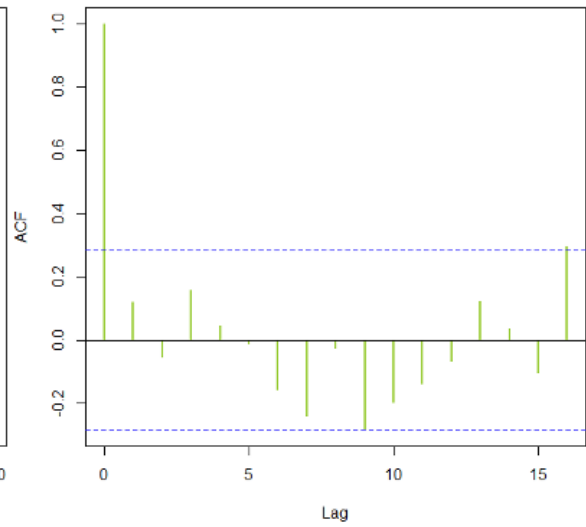
Histograma Metronidazol 500mg



Consumo mensual Metronidazol 500mg

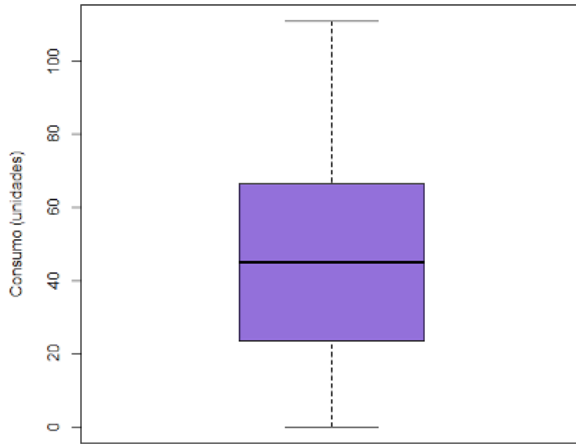


ACF para Metronidazol 500mg

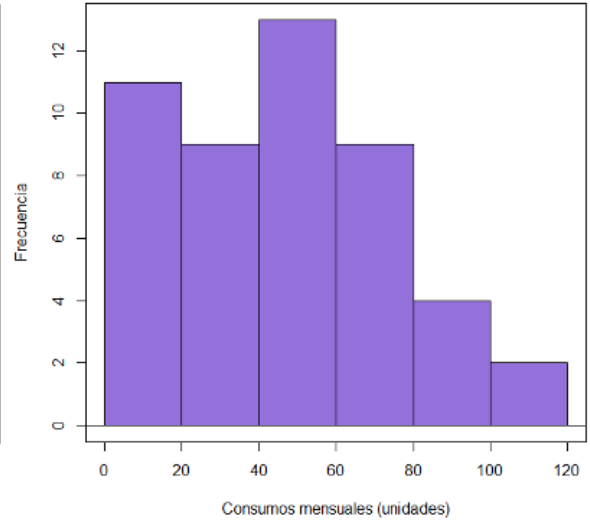


✓ Metilprednisolona 40 mg

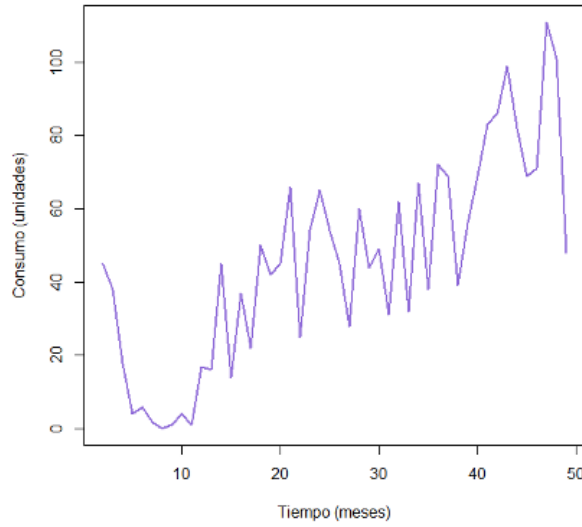
Boxplot Consumo mensual Metilprednisolona 40mg



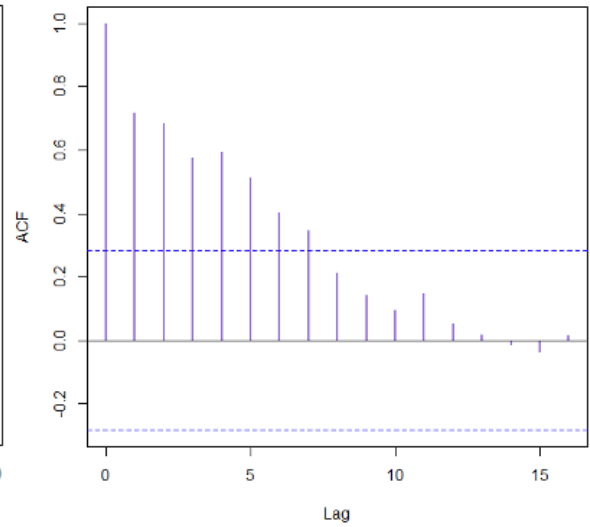
Histograma Metilprednisolona 40mg



Consumo mensual Metilprednisolona 40mg

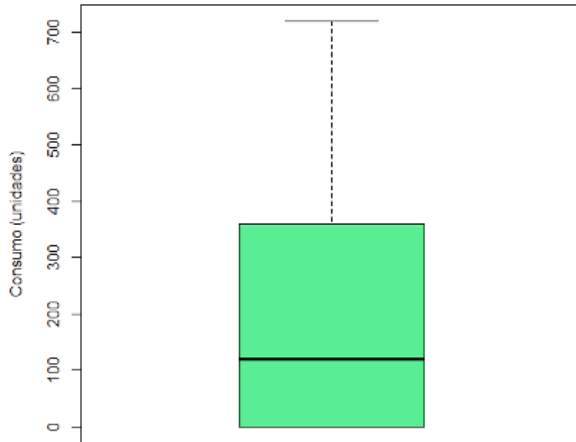


ACF para Metilprednisolona 40mg

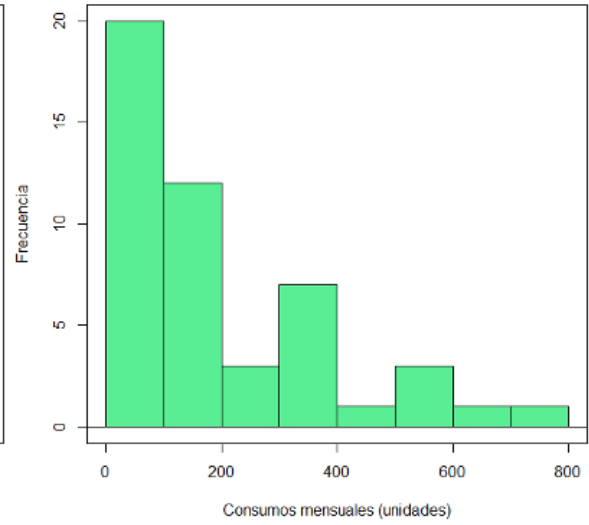


✓ Tacrolimus 5 mg

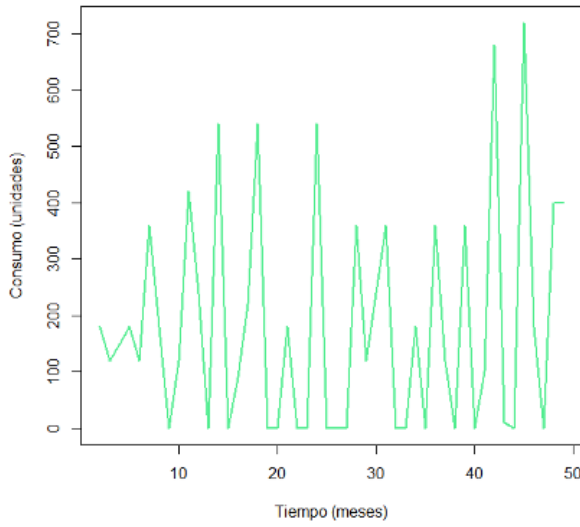
Boxplot Consumo mensual Tacrolimus 5mg



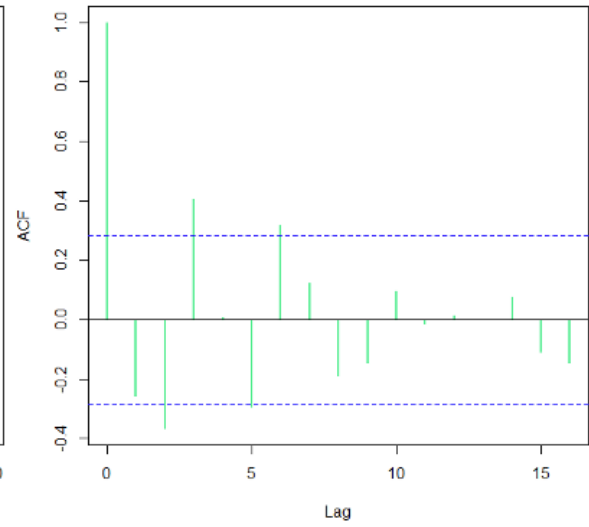
Histograma Tacrolimus 5mg



Consumo mensual Tacrolimus 5mg

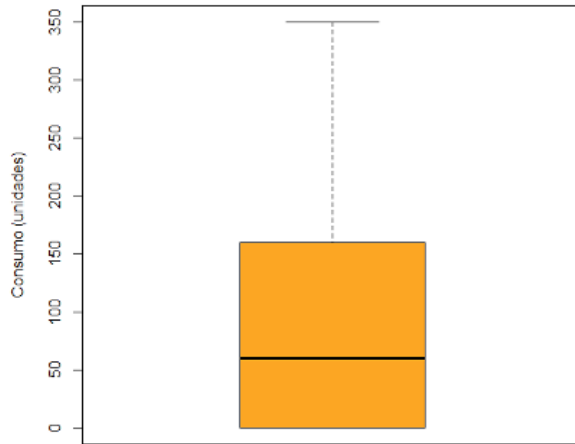


ACF para Tacrolimus 5mg

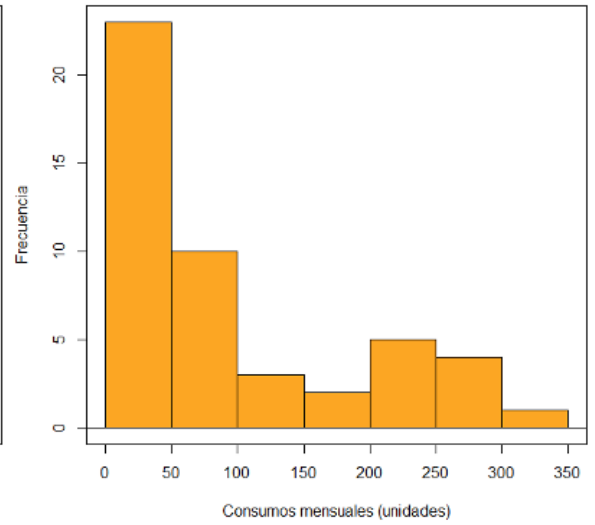


✓ Tacrolimus 0,5 mg

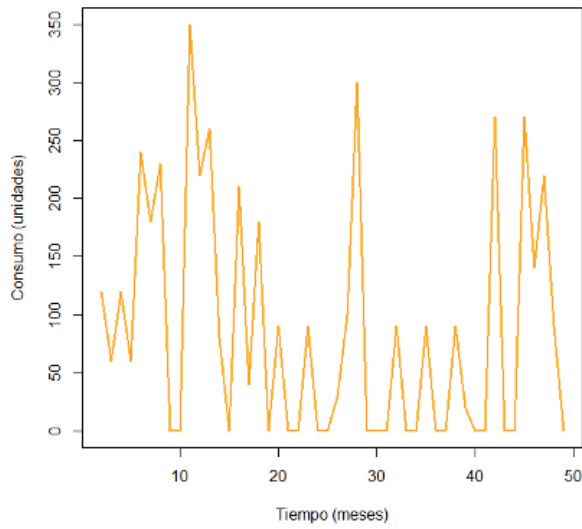
Boxplot Consumo mensual Tacrolimus 0.5mg



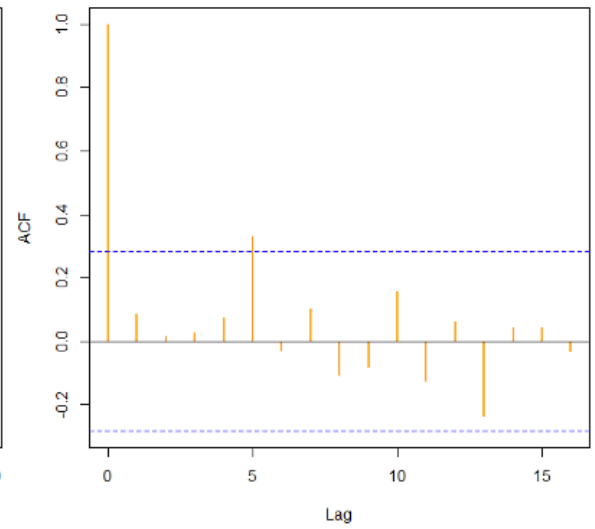
Histograma Tacrolimus 0.5mg



Consumo mensual Tacrolimus 0.5mg

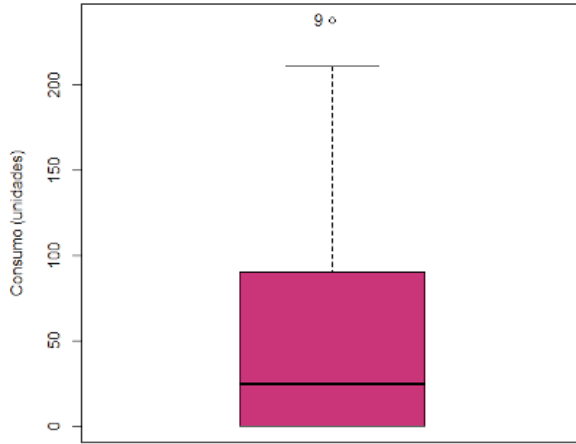


ACF para Tacrolimus 0.5mg

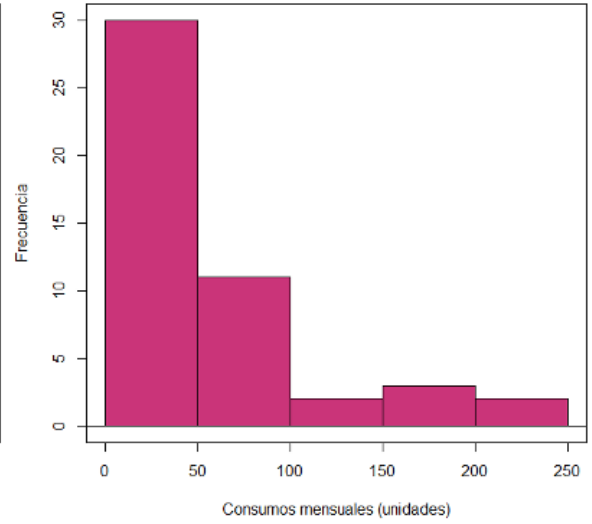


✓ Cilostazol 100 mg

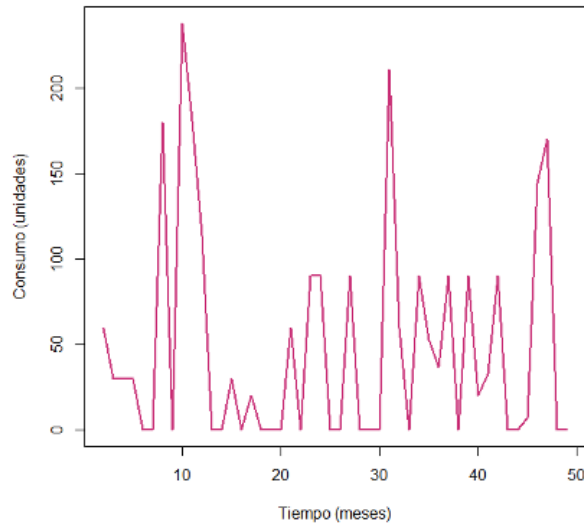
Boxplot Consumo mensual Cilostazol 100mg



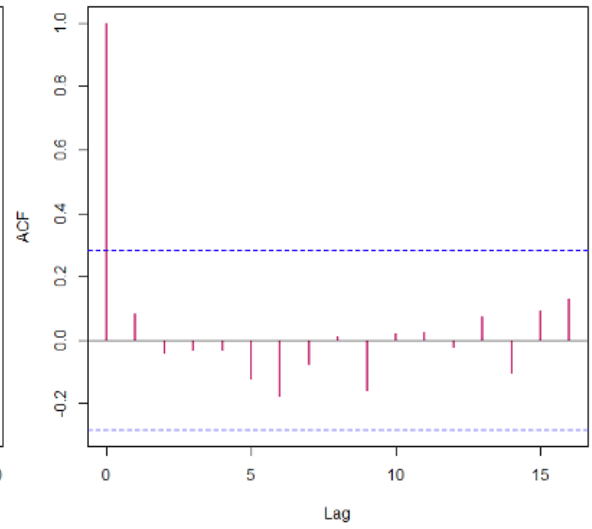
Histograma Cilostazol 100mg



Consumo mensual Cilostazol 100mg

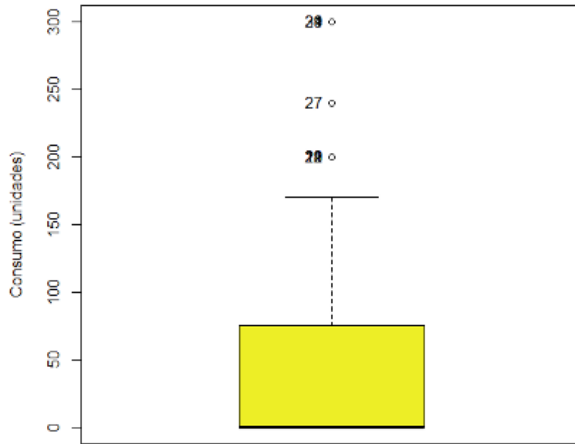


ACF para Cilostazol 100mg

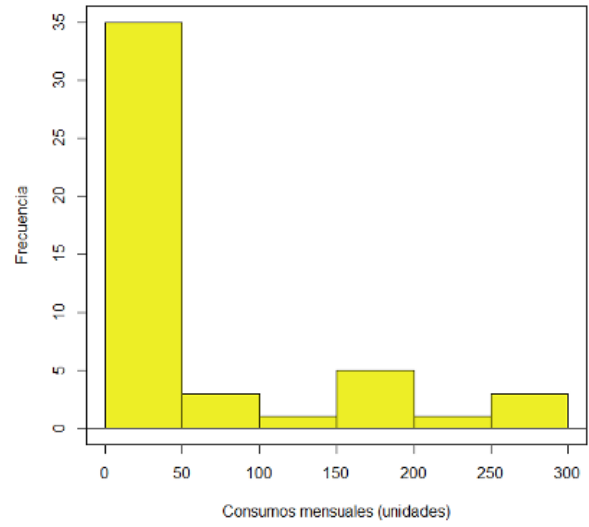


✓ Propiltiouracilo 50 mg

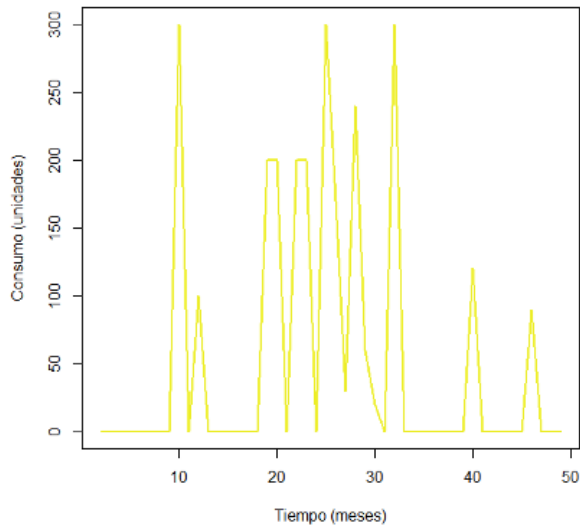
Boxplot Consumo mensual Propiltiouracilo 50mg



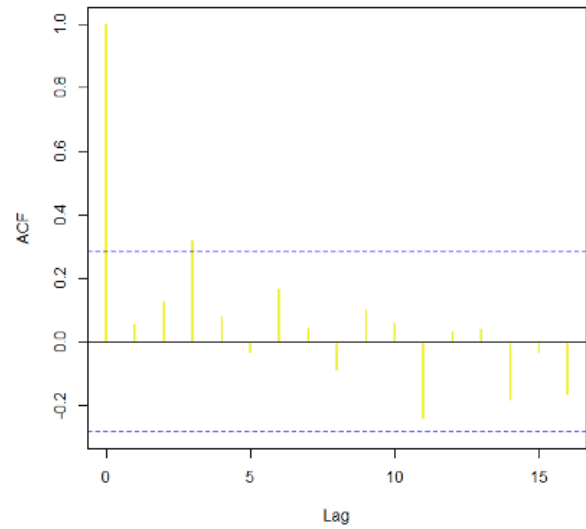
Histograma Propiltiouracilo 50mg



Consumo mensual Propiltiouracilo 50mg



ACF para Propiltiouracilo 50mg



Anexo E: Valorización de los ítems de costeo para el almacenamiento

Ca _n	Ítems de costeo en almacenamiento	Valorizado
Ca ₁	- Costo anual correspondiente a materiales de limpieza y oficina utilizados en la unidad de logística y bodega	\$1.980.000
Ca ₂	- Costo anual equipo para el procesamiento de la información (PCs, impresoras, tonner) - Costo anual de PC e impresoras - Costo anual de recambio de tonner (6500 pág./mes)	\$1.147.775
Ca ₃	- Costo anual asociado al servicio básico electricidad, agua y telecomunicaciones <i>*Costo anual de energía eléctrica gastada en el área de logística y bodega (incluyendo la necesaria para la iluminación, equipos de climatización, equipos de procesamiento de la información)</i> <i>*Costo anual servicio agua</i> <i>*Costo anual de servicio de telecomunicaciones - Telefonía Fija</i> <i>*Costo anual de enlaces de telecomunicaciones (IP) - Internet y Celulares</i>	\$5.923.938
Ca ₄	Costo anual del salario y seguridad social del personal involucrado en logística <i>*Personal Institucional</i> <i>1 Profesional QF, 2-ADM 20°, 2-ADM 22°, 2-TENS 22°</i> <i>*Personal Externo</i> <i>1 TENS – 1 ADM</i>	\$133.172.280
Ca ₅	Costo anual de amortización de la infraestructura, arriendo de instalaciones y/o servicios Mantenimiento de la infraestructura Servicio de aseo - Tipo de aseo por área Servicio de aseo - Personal asociado Servicio Informático (Sistema Expertos) Software gestión Logística Servicio de Mantenimiento Preventiva y Correctiva asociados a equipos de refrigeración Servicio de Monitoreo y control remoto de la temperatura	\$117.032.011
Ca ₆	Costo anual de bajas	\$40.178.364
	Total anual	\$299.434.369

Anexo F: Valorización de los ítems de costeo para la emisión de las órdenes de pedido

O _n	Ítems de costeo en abastecimiento	Valorizado
O ₁	- Costo anual correspondiente a materiales de limpieza y oficina utilizados en la unidad de abastecimiento asociados a la compra de medicamentos	\$647.820
O ₂	- Costo anual equipo para el procesamiento de la información (PCs, impresoras, tonner) - Costo anual de PC e impresoras - Costo anual de recambio de tonner (14000 pág./mes)	\$1.656.480
O ₃	- Costo anual asociado al servicio básico electricidad, agua y telecomunicaciones <i>*Costo anual de energía eléctrica gastada en el área de logística y bodega (incluyendo la necesaria para la iluminación, equipos de climatización, equipos de procesamiento de la información)</i> <i>*Costo anual servicio agua</i> <i>*Costo anual de servicio de telecomunicaciones - Telefonía Fija</i> <i>*Costo anual de enlaces de telecomunicaciones (IP) - Internet y Celulares</i>	\$6.233.914
O ₄	Costo anual del salario y seguridad social del personal involucrado en logística <i>*Personal Institucional</i> <i>2 Profesional QF, 1-ADM 20°, 1-ADM 22°, Estafeta</i> <i>*Personal Logística, 36 hrs/mensuales en recepciones por CENABAST 2 ADM 20°</i>	\$122.896.808
O ₅	Costo anual de amortización de la infraestructura, arriendo de instalaciones y/o servicios Mantenimiento de la infraestructura Servicio de aseo - Tipo de aseo por área Servicio de aseo - Personal asociado (3 h/día; 63 h/mes, 1 mes 21 días hábiles) Servicio informático (Sistema Expertos) Software gestión de convenios /Abastecimiento Servicio de mantenimiento equipos de climatización	\$46.910.057
	Total anual	\$178.345.079

Anexo G: Tabla resumen para los artículos recepcionados y las órdenes de compra emitidas durante el año 2023

Recepción en Logística	Tipo de Compra	Número de Artículos recepcionados	Número de Órdenes de compra emitidas
Medicamentos	CENABAST	29.836.721	4.384
	Normal	10.141.302	3.947
MPM	PM 1	1.725.398	257
	PM 2	105.100	192
Totales		Q 41.808.521	8.720
		Q/2 20.904.260,5	

Glosa: MPM: Medicamentos Programa Ministerial, PM 1 y 2: Programa Ministerial 1 y 2, Q: Cantidad almacenada anual, Q/2: Cantidad media almacenada anual

Anexo H: Diferenciales de precio para los Medicamentos faltantes de CENABAST

CÓDIGO SEIS	MEDICAMENTO	CANTIDAD PROGRAMADA (Faltante)	MES	PU + IVA CENABAST	PU + IVA COMPRA NORMAL	Diferencia de Precios	Diferencia de Precios / PU CENABAST
3002190003	ABIRATERONA 500 MG CM/CM REC	480	ENE	\$18.163	\$23.148	\$4.985	0,2745
3002140050	ACENOCUMAROL 4 MG CM RANURADO	54600	ENE	\$46	\$89	\$43	0,9231
3002140171	ACIDO URSODEOXICOLICO 250MG CP/CM/CM REC	18500	ENE	\$183	\$501	\$318	1,7338
3002140315	ALOPURINOL 100 MG CM	8040	ENE	\$52	\$23	-\$30	-0,5682
3002148463	ALOPURINOL 300 MG CM	3300	ENE	\$140	\$38	-\$102	-0,7288
3002139057	ANIDULAFUNGINA 100MG POLVO LIOF. FAM	91	ENE	\$73.661	\$80.325	\$6.664	0,0905
3002195644	ASPARAGINASA 10.000 UI SOL INYECT FAM	16	ENE	\$52.237	\$327.250	\$275.013	5,2647
3002160495	BUPIVACAINA 0,5% SOL INY AM/FAM 10 ML	800	ENE	\$231	\$345	\$114	0,4948
3002142500	CABERGOLINA 0,5 MG CM	720	ENE	\$2.975	\$3.570	\$595	0,2000
3002160011	CALCIO FOLINATO(LEUCOVOR) 100MG/10ML FAM	375	ENE	\$4.521	\$7.854	\$3.333	0,7373
3002160740	CALCIO GLUCONATO 10%SOL.INY.AM/FAM 10 ML	1300	ENE	\$256	\$202	-\$54	-0,2093
3002148472	CARVEDILOL 6,25 MG CM/CM REC.	13590	ENE	\$24	\$30	\$6	0,2500
3002190901	CICLOFOSFAMIDA 1G FAM POLVO/POLVO LIOFIL	157	ENE	\$5.197	\$10.115	\$4.918	0,9464
3002148477	CILOSTAZOL 100 MG CM	10108	ENE	\$71	\$232	\$161	2,2500
3002126612	CLOBAZAM 10 MG CM	5500	ENE	\$338	\$583	\$245	0,7254
3002137310	CLOBETASOL 0,05% CREMA DERMICA 25 A 30 G	98	ENE	\$631	\$833	\$202	0,3208
3002163901	DENOSUMAB 60 MG/ML SOL. INY JER PRE	9	ENE	\$149.988	\$143.299	-\$6.689	-0,0446
3002170049	DESMOPRESINA 100 MCG/1ML FRA 5 A 6 ML	48	ENE	\$27.719	\$35.700	\$7.981	0,2879
3002148499	EVEROLIMUS 10 MG CM	90	ENE	\$48.028	\$76.175	\$28.147	0,5861
3002178460	FENILEFRINA 2,5% SOL. OFT. FRA 5 ML	81	ENE	\$13.184	\$35.530	\$22.346	1,6949
3002140150	FUROSEMIDA 40 MG CM	28050	ENE	\$11	\$12	\$1	0,1111
3002143475	HIDRALAZINA 50 MG CM/CM REC.	5700	ENE	\$36	\$55	\$19	0,5333
3002167010	HIERRO 20MG/ML SOL. INY. I.V. AM/FAM 5ML	1930	ENE	\$759	\$940	\$181	0,2382
3002161382	INSUL GLARG 300U/ML S/IN LAPIZ DESECH+AG	304	ENE	\$14.895	\$16.273	\$1.378	0,0925
3002161404	KETOROLACO 30 MG/ML SOL.INY. AM/FAM 1 ML	1518	ENE	\$100	\$476	\$376	3,7619
3002170087	LACTUL65-66,7G/100ML SOL.OR FRA100-200ML	2160	ENE	\$1.695	\$1.892	\$198	0,1166
3002140078	LOSARTAN 50 MG CM/CM REC	48000	ENE	\$12	\$18	\$6	0,5000
3002136905	METILPREDNISOLONA 40MG/1ML SUSP INY FAM	78	ENE	\$11.543	\$16.660	\$5.117	0,4433
3002148522	MIRTAZAPINA 30 MG CM REC	2220	ENE	\$98	\$206	\$108	1,1098
3002164876	OMEPRAZOL 40 MG PVO. LIOF. FAM	2660	ENE	\$562	\$1.131	\$569	1,0127
3002190019	PACLITAXEL 300 MG/50 ML SOL. INY. FAM	9	ENE	\$20.311	\$35.700	\$15.389	0,7577
3002160058	PARACETAMOL 10MG/ML INY FAM/AM/BOL 100ML	4600	ENE	\$827	\$1.012	\$184	0,2230
3002140065	POTASIO CLORURO 600MG GG/CP/CM REC LIB P	3000	ENE	\$71	\$134	\$63	0,8833
3002148440	QUETIAPINA 25 MG CM REC.	8010	ENE	\$13	\$23	\$10	0,7273
3002130033	RIFAXIMINA 200 MG CM REC	16536	ENE	\$543	\$589	\$46	0,0855
3002140062	RIVAROXABAN 20 MG CM RECUBIERTO	540	ENE	\$1.179	\$1.543	\$364	0,3088
3002148513	ROSUVASTATINA 10 MG CM REC.	1440	ENE	\$50	\$67	\$17	0,3333
3002148514	ROSUVASTATINA 20 MG CM REC	2340	ENE	\$69	\$134	\$65	0,9483
3002140046	SIROLIMUS 1 MG GG/CM/CM REC.	3600	ENE	\$5.686	\$6.199	\$513	0,0902
3002169987	TRAMADOL 100 MG/2 ML SOL. INYECT. AM/FAM	820	ENE	\$108	\$184	\$76	0,7033
3002148480	WARFARINA 5 MG CM	5000	ENE	\$489	\$1.010	\$521	1,0657
3002160064	ZINC SULFATO 0,88% INF I.V. AM 10 ML	300	ENE	\$292	\$714	\$422	1,4490
3002140171	ACIDO URSODEOXICOLICO 250MG CP/CM/CM REC	18500	FEB	\$213	\$501	\$288	1,3520
3002170062	BRIMONIDINA 0,2% SOL OFTALMICA FRA 5 ML	328	FEB	\$2.560	\$3.808	\$1.248	0,4877
3002140000	DONEPEZILLO 10 MG CM REC	1170	FEB	\$63	\$293	\$230	3,6415
3002169903	FITOQUINONA 10 MG/1 ML SOL INY IV AM/FAM	225	FEB	\$2.228	\$3.452	\$1.225	0,5497

3002187556	GLUCOSA 30% 500ML ENV SEMIRRIG MATRAZ	40	FEB	\$647	\$774	\$126	0,1949
3002140045	MICOFENOLATO 180 MG CM REC. ENTERICO	2280	FEB	\$1.028	\$1.035	\$7	0,0069
3002190758	OXALIPLATINO 5 MG/ML SOL INY FAM 20 ML	100	FEB	\$14.086	\$21.301	\$7.215	0,5122
3002138466	TOBRAM/DEXAMET 3/1MG SUSP.OFT FRA 3 A5ML	608	FEB	\$1.734	\$2.678	\$944	0,5443
3002140171	ACIDO URSODEOXICOLICO 250MG CP/CM/CM REC	18500	MAR	\$184	\$500	\$315	1,7097
3002130415	AMPICILINA 500 MG POLVO/POLVO LIOF FAM	2050	MAR	\$213	\$363	\$150	0,7039
3002145592	BACLOFENO 10 MG CM	5440	MAR	\$71	\$179	\$107	1,5000
3002160030	GLUCOSA 30% SOL. INY. LV. AM/FAM 20 ML	500	MAR	\$462	\$833	\$371	0,8041
3002134000	IMIPENEM-CILASTATINA 500/500 MG LIOF FAM	1119	MAR	\$2.225	\$2.844	\$619	0,2781
3002161404	KETOROLACO 30 MG/ML SOL.INY. AM/FAM 1 ML	1518	MAR	\$117	\$476	\$359	3,0816
3002163230	LIDOCAINA 2% SOL. INY. AM/FAM 5 ML	3100	MAR	\$86	\$137	\$51	0,5972
3002172560	LIDOCAINA 5G/100G PARCHE	235	MAR	\$4.427	\$4.510	\$83	0,0188
3002187933	MANITOL 15% BOLSA/ENV SEMIRIGIDO 500 ML	40	MAR	\$1.084	\$1.428	\$344	0,3172
3002170017	MESALAZINA 1000 MG SUPOSITORIO	3640	MAR	\$1.964	\$3.082	\$1.119	0,5697
3002130023	PIPERACILINA/TAZOBACTAM 4000/500 MG FAM	364	MAR	\$1.451	\$2.141	\$690	0,4758
3002130045	PREDNISOLONA 1% SUSP OFTALM FRA 5 ML	654	MAR	\$1.324	\$2.380	\$1.056	0,7969
3002190049	TEMOZOLOMIDA 20 MG CP	30	MAR	\$6.700	\$10.710	\$4.010	0,5986
3002140133	TOLTERODINA 2 MG CM O CM REC	10560	MAR	\$117	\$226	\$109	0,9388
3002148496	TRAZODONA 100 MG CM/CM REC	900	MAR	\$333	\$393	\$60	0,1786
3002145591	ATORVASTATINA 10 MG GG/CM/CM REC	13000	ABR	\$11	\$12	\$1	0,0870
3002160495	BUPIVACAINA 0,5% SOL INY AM/FAM 10 ML	800	ABR	\$315	\$345	\$30	0,0943
3002170014	DORZOLAMIDA 2% SOL. OFTALMICA FRA 5 ML	48	ABR	\$3.082	\$7.795	\$4.712	1,5290
3002188491	RINGER LACTATO ENV. SEMIRIGIDO 500 ML	534	ABR	\$446	\$619	\$173	0,3867
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1675	ABR	\$457	\$536	\$79	0,1719
3002140169	VILDAGLIPTINA 50 MG CM	15060	ABR	\$275	\$417	\$142	0,5152
3002130710	BETAM.FOSF.DISOD.4 MG/MLSOL.INY. AM/FAM	200	MAY	\$84	\$119	\$35	0,4085
3002131194	CEFAZOLINA 1G POLVO/LIOF SOL INYECT.FAM	3150	MAY	\$324	\$327	\$4	0,0110
3002138466	TOBRAM/DEXAMET 3/1MG SUSP.OFT FRA 3 A5ML	608	MAY	\$1.553	\$2.678	\$1.125	0,7241
3002140070	ACETAZOLAMIDA 250 MG CM	2340	MAY	\$71	\$105	\$33	0,4667
3002140169	VILDAGLIPTINA 50 MG CM	15060	MAY	\$259	\$417	\$157	0,6055
3002148513	ROSUVASTATINA 10 MG CM REC.	1440	MAY	\$49	\$67	\$18	0,3659
3002160053	SULBACTAM/AMPICILINA 500/1000 MG FAM	190	MAY	\$450	\$1.035	\$585	1,3016
3002160496	PROPOFOL 10 MG/ML(1%)EMU INY AM/FAM20 ML	530	MAY	\$934	\$2.178	\$1.244	1,3318
3002161382	INSUL GLARG 300U/ML S/IN LAPIZ DESECH+AG	152	MAY	\$16.308	\$16.273	-\$35	-0,0021
3002163230	LIDOCAINA 2% SOL. INY. AM/FAM 5 ML	3100	MAY	\$71	\$137	\$65	0,9167
3002169987	TRAMADOL 100 MG/2 ML SOL. INYECT. AM/FAM	820	MAY	\$118	\$127	\$10	0,0808
3002170024	DOMPERIDONA 10 MG/ML SUSP FRA 20 A 30 ML	53	MAY	\$750	\$750	\$0	0,0000
3002170050	MOMETASONA 50 MCG/DO SUS. NASAL NEB FRA	506	MAY	\$2.924	\$4.165	\$1.241	0,4245
3002172560	LIDOCAINA 5G/100G PARCHE	235	MAY	\$4.295	\$4.521	\$226	0,0526
3002180019	AGUA ESTERIL P/INYECT. 500 ML SEMIRIGIDO	350	MAY	\$417	\$575	\$158	0,3800
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1675	MAY	\$452	\$536	\$83	0,1842
3002188426	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 500 ML	730	MAY	\$482	\$643	\$161	0,3333
3002188491	RINGER LACTATO ENV. SEMIRIGIDO 500 ML	534	MAY	\$446	\$619	\$173	0,3867
3002130181	AMOXICIL/CLAVULAN 875/125 MG CM/CM REC	3600	JUN	\$166	\$166	\$0	0,0000
3002160011	CALCIO FOLINATO(LEUCOVOR) 100MG/10ML FAM	375	JUN	\$4.165	\$7.854	\$3.689	0,8857
3002140024	CLOMIPRAMINA 25 MG GG/CM REC.	5040	JUN	\$233	\$274	\$40	0,1735
3002140000	DONEPEZILO 10 MG CM REC	1170	JUN	\$100	\$293	\$193	1,9286
3002148542	EMPAGLIFLOZINA 10 MG CM REC.	5310	JUN	\$718	\$1.051	\$333	0,4645
3002140055	EZETIMIBE/SIMVASTATINA 10/20MG CM	6450	JUN	\$369	\$651	\$282	0,7645

3002142910	FENITOINA 100 MG CM LIB. RAPIDA	8700	JUN	\$19	\$45	\$26	1,3477
3002161376	FLUMAZENIL 0,5 MG/5 ML SOL. INY. AM/FAM	20	JUN	\$1.191	\$2.929	\$1.737	1,4585
3002187556	GLUCOSA 30% 500ML ENV SEMIRRIG MATRAZ	40	JUN	\$649	\$774	\$125	0,1927
3002160030	GLUCOSA 30% SOL. INY. I.V. AM/FAM 20 ML	500	JUN	\$459	\$833	\$374	0,8135
3002170087	LACTUL65-66,7G/100ML SOL.OR FRA100-200ML	2160	JUN	\$1.653	\$1.892	\$239	0,1447
3002163230	LIDOCAINA 2% SOL. INY. AM/FAM 5 ML	3100	JUN	\$70	\$137	\$67	0,9492
3002187933	MANITOL 15% BOLSA/ENV SEMIRIGIDO 500 ML	40	JUN	\$1.309	\$1.428	\$119	0,0909
3002123000	REMIFENTANILO 1 MG LIOF P/SOL INY IV FAM	250	JUN	\$3.840	\$6.825	\$2.985	0,7772
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1675	JUN	\$457	\$536	\$79	0,1719
3002140092	TRAMADOL 100MG CM REC/CP LIBER.PROLONG	5490	JUN	\$369	\$815	\$446	1,2097
3002168611	GOSERELINA 10,8 MG JRP C/IMPL. SUBCUT.	2	JUN	\$84.696	\$124.950	\$40.254	0,4753
3002122820	FENOBARBITAL 100 MG CM	3000	JUL	\$57	\$95	\$38	0,6667
3002131194	CEFAZOLINA 1G POLVO/LIOF SOL INYECT.FAM	3150	JUL	\$428	\$327	-\$101	-0,2361
3002131230	CLINDAMICINA 600 MG/4 ML SOL.INY. AM/FAM	650	JUL	\$415	\$500	\$84	0,2034
3002140055	EZETIMIBE/ SIMVASTATINA 10/20MG CM	6450	JUL	\$369	\$651	\$282	0,7645
3002140062	RIVAROXABAN 20 MG CM RECUBIERTO	540	JUL	\$309	\$1.543	\$1.234	3,9885
3002140092	TRAMADOL 100MG CM REC/CP LIBER.PROLONG	5490	JUL	\$371	\$815	\$444	1,1955
3002140110	A.A SALICILIC 100MG CM/CM REC/CP	45000	JUL	\$7	\$8	\$2	0,2727
3002140150	FUROSEMIDA 40 MG CM	28050	JUL	\$11	\$12	\$1	0,0593
3002140194	BISOPROLOL 5 MG CM/CM REC.	18600	JUL	\$83	\$115	\$32	0,3857
3002145130	AMLODIPINO 5 MG CM/CM REC.	10500	JUL	\$9	\$12	\$3	0,3025
3002145431	PIRIDOSTIGMINA 60 MG CM O GG	8020	JUL	\$176	\$371	\$195	1,1081
3002160058	PARACETAMOL 10MG/ML INY FAM/AM/BOL 100ML	4300	JUL	\$725	\$1.012	\$287	0,3957
3002166021	ATRACURIO BESI 25MG/2,5ML SOL.INY AM/FAM	1300	JUL	\$641	\$1.773	\$1.132	1,7644
3002170007	IPRATROPIO 20MCG/DO S/CFC FRA 200-270 DO	232	JUL	\$1.880	\$8.176	\$6.296	3,3487
3002188491	RINGER LACTATO BOLSA 500 ML	2360	JUL	\$557	\$619	\$62	0,1111
3002191504	DAUNORUBICINA 20 MG LIOF P/SOL. INY.FAM	16	JUL	\$23.068	\$35.700	\$12.632	0,5476
3002198800	VINCISTINA 1MG/ML SOL. INYECT I.V. FAM	114	JUL	\$4.321	\$7.708	\$3.387	0,7838
3002168611	GOSERELINA 10,8 MG JRP C/IMPL. SUBCUT.	2	JUL	\$84.696	\$124.950	\$40.254	0,4753
3002131230	CLINDAMICINA 600 MG/4 ML SOL.INY. AM/FAM	650	AGO	\$475	\$500	\$25	0,0526
3002138466	TOBRAM/DEXAMET 3/1MG SUSP.OFT FRA 3 A5ML	608	AGO	\$1.553	\$2.142	\$589	0,3793
3002140062	RIVAROXABAN 20 MG CM RECUBIERTO	540	AGO	\$309	\$399	\$89	0,2885
3002140092	TRAMADOL 100MG CM REC/CP LIBER.PROLONG	5490	AGO	\$163	\$815	\$652	4,0000
3002140150	FUROSEMIDA 40 MG CM	28050	AGO	\$11	\$12	\$1	0,0593
3002140169	VILDAGLIPTINA 50 MG CM	15060	AGO	\$313	\$417	\$104	0,3308
3002140194	BISOPROLOL 5 MG CM/CM REC.	18600	AGO	\$82	\$115	\$33	0,4058
3002142912	PREGABALINA 75 MG CM/CP	38000	AGO	\$30	\$34	\$4	0,1293
3002143027	HIDROXICLOROQUINA 200 MG CM/ CM REC	61920	AGO	\$89	\$131	\$42	0,4667
3002145592	BACLOFENO 10 MG CM	5440	AGO	\$58	\$179	\$120	2,0612
3002148471	CARVEDILOL 25 MG CM/CM REC.	7500	AGO	\$29	\$32	\$4	0,1250
3002160004	ESCOPOLAM N-BUTIL BROMUR 20 MG/ML AM/FAM	100	AGO	\$209	\$357	\$148	0,7045
3002160011	CALCIO FOLINATO[LEUCOVOR] 100MG/10ML FAM	375	AGO	\$4.165	\$7.854	\$3.689	0,8857
3002160151	BCG 25 A 50 MG ADM INTRAVESICAL FAM	34	AGO	\$86.876	\$100.555	\$13.679	0,1575
3002161404	KETOROLACO 30 MG/ML SOL.INY. AM/FAM 1 ML	1518	AGO	\$117	\$476	\$359	3,0816
3002165680	SUXAMETONIO 100MG AM/FAM	142	AGO	\$1.702	\$1.904	\$202	0,1189
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1675	AGO	\$457	\$536	\$79	0,1719
3002187511	GLUCOSA 5% BOLSA 1 L	130	AGO	\$528	\$762	\$233	0,4414
3002187500	GLUCOSA 5% ENV. SEMIRIGIDO 250 ML	340	AGO	\$1.250	\$417	-\$833	-0,6667
3002188426	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 500 ML	730	AGO	\$482	\$643	\$161	0,3333

3002188491	RINGER LACTATO BOLSA 500 ML	2360	AGO	\$557	\$619	\$62	0,1111
3002190016	PAZOPANIB 400 MG CM REC	600	AGO	\$8.926	\$17.364	\$8.438	0,9453
3002190019	PACLITAXEL 300 MG/50 ML SOL. INY. FAM	9	AGO	\$20.142	\$35.700	\$15.558	0,7724
3002191504	DAUNORUBICINA 20 MG LIOF P/SOL. INY.FAM	16	AGO	\$23.068	\$25.071	\$2.003	0,0868
3002195160	METOTREXATO 2,5 MG CM BLISTER	35400	AGO	\$105	\$99	-\$6	-0,0568
3002120061	FENTANILO 25MCG/HORA PARCHE TRANSDERMICO	230	SEP	\$3.926	\$7.854	\$3.928	1,0006
3002123005	KETAMINA 500 MG/10 ML SOL. INY. FAM	20	SEP	\$1.107	\$2.104	\$997	0,9011
3002140001	CALCIO/VITAMINA D 450A600 MG/400UI CM/CP	75000	SEP	\$18	\$137	\$119	6,6667
3002145592	BACLOFENO 10 MG CM	5440	SEP	\$58	\$179	\$120	2,0612
3002160004	ESCOPOLAM N-BUTIL BROMUR 20 MG/ML AM/FAM	100	SEP	\$206	\$357	\$151	0,7341
3002160011	CALCIO FOLINATO(LEUCOVOR) 100MG/10ML FAM	400	SEP	\$4.165	\$7.854	\$3.689	0,8857
3002140092	TRAMADOL 100MG CM REC/CP LIBER.PROLONG	5490	SEP	\$122	\$815	\$693	5,6829
3002169935	COMPLEJO PROTROMBINA 500 UI FAM	10	SEP	\$202.154	\$261.799	\$59.645	0,2950
3002170050	MOMETASONA 50 MCG/DO SUS. NASAL NEB FRA	506	SEP	\$2.338	\$4.165	\$1.827	0,7812
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1875	SEP	\$457	\$536	\$79	0,1719
3002188491	RINGER LACTATO BOLSA 500 ML	2800	SEP	\$557	\$619	\$62	0,1111
3002190003	ABIRATERONA 500 MG CM/CM REC	480	SEP	\$18.032	\$17.374	-\$658	-0,0365
3002190032	HIDROXICARBAMIDA 500 MG CP/CM	6800	SEP	\$232	\$446	\$214	0,9231
3002123000	REMIFENTANILO 1 MG LIOF P/SOL INY IV FAM	350	OCT	\$3.094	\$5.355	\$2.261	0,7308
3002138466	TOBRAM/DEXAMET 3/1MG SUSP.OFT FRA 3 A5ML	608	OCT	\$1.553	\$2.142	\$589	0,3793
3002140055	EZETIMIBE/ SIMVASTATINA 10/20MG CM	6450	OCT	\$302	\$863	\$560	1,8543
3002140062	RIVAROXABAN 20 MG CM RECUBIERTO	1512	OCT	\$1.004	\$399	-\$606	-0,6031
3002145592	BACLOFENO 10 MG CM	5440	OCT	\$58	\$179	\$120	2,0612
3002148440	QUETIAPINA 25 MG CM REC.	9300	OCT	\$11	\$46	\$35	3,0625
3002148472	CARVEDILOL 6,25 MG CM/CM REC.	18000	OCT	\$20	\$30	\$9	0,4647
3002148482	CALCIO ACETATO 667 MG CM	47000	OCT	\$54	\$112	\$58	1,0889
3002148496	TRAZODONA 100 MG CM/CM REC	900	OCT	\$155	\$393	\$238	1,5385
3002160004	ESCOPOLAM N-BUTIL BROMUR 20 MG/ML AM/FAM	100	OCT	\$206	\$417	\$211	1,0231
3002170035	LIDOCAINA 10% SOL. TOPICA FRA 50 ML	16	OCT	\$9.576	\$13.923	\$4.347	0,4540
3002170058	FENOTEROL/IPRAT. 0,5/0,25MG/ML FRASCO	100	OCT	\$3.094	\$18.956	\$15.862	5,1265
3002180050	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 100 ML	4500	OCT	\$336	\$488	\$152	0,4539
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1850	OCT	\$457	\$638	\$181	0,3958
3002187500	GLUCOSA 30% 500ML ENV SEMIRRIG MATRAZ	40	OCT	\$677	\$417	-\$261	-0,3849
3002188491	RINGER LACTATO BOLSA 500 ML	2800	OCT	\$557	\$619	\$62	0,1111
3002190016	PAZOPANIB 400 MG CM REC	600	OCT	\$8.926	\$17.364	\$8.438	0,9454
3002190032	HIDROXICARBAMIDA 500 MG CP/CM	6800	OCT	\$233	\$446	\$213	0,9133
3002190043	DOXORUBICINA 2MG/ML SOL. INYEC FAM 10ML	5	OCT	\$66.447	\$113.050	\$46.603	0,7014
3002140171	ACIDO URSODEOXICOLICO 250MG CP/CM/CM REC	18500	NOV	\$213	\$500	\$287	1,3464
3002160044	ACIDO ZOLEDRONICO 4 MG/5ML AM/BO SOL INY	35	NOV	\$3.868	\$8.925	\$5.058	1,3077
3002198817	BENDAMUSTINA 25 MG POL/LIOF SOL INY.FAM	2	NOV	\$66.090	\$89.250	\$23.160	0,3504
3002195848	DACARBAZINA 200 MG POLVO O LIOFILIZ. FAM	44	NOV	\$12.138	\$14.506	\$2.368	0,1951
3002140125	DAPAGLIFLOZINA 10 MG CM REC	1316	NOV	\$701	\$681	-\$20	-0,0289
3002140000	DONEPEZILLO 10 MG CM REC	1500	NOV	\$63	\$1.322	\$1.259	19,9642
3002170096	DORZOLA/TIMOL 2/0,5G SOL.OFT.FRA 5 A 6ML	1500	NOV	\$2.661	\$3.207	\$546	0,2053
3002133340	DOXICICLINA 100 MG CP/CM	1010	NOV	\$179	\$196	\$18	0,1000
3002190043	DOXORUBICINA 2MG/ML SOL. INYEC FAM 10ML	5	NOV	\$67.948	\$113.050	\$45.102	0,6638
3002191505	DOXORUBICINA 2MG/ML SOL. INYEC FAM 25ML	64	NOV	\$6.902	\$8.199	\$1.297	0,1879
3002143475	HIDRALAZINA 50 MG CM/CM REC.	5700	NOV	\$36	\$55	\$19	0,5333
3002172560	LIDOCAINA 5G/100G PARCHE	350	NOV	\$3.737	\$4.521	\$784	0,2099

3002170050	MOMETASONA 50 MCG/DO SUS. NASAL NEB FRA	506	NOV	\$2.338	\$10.698	\$8.360	3,5751
3002160058	PARACETAMOL 10MG/ML INY FAM/AM/BOL 100ML	6000	NOV	\$833	\$1.012	\$179	0,2143
3002148440	QUETIAPINA 25 MG CM REC.	9300	NOV	\$11	\$46	\$35	3,0625
3002180050	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 100 ML	4500	NOV	\$334	\$488	\$154	0,4591
3002185425	SODIO CLORURO 0,9% BOLSA 250 ML	1875	NOV	\$457	\$638	\$181	0,3958
3002165600	SODIO CLORURO 0,9% SOL INY IV AM 20 ML	15100	NOV	\$69	\$67	-\$2	-0,0345
3002148484	TACROLIMUS 3 MG CP LIB. PROLONG. BLISTER	2000	NOV	\$4.501	\$4.165	-\$336	-0,0746
3002130017	VALGANCICLOVIR 450 MG CM REC.	720	DIC	\$7.077	\$3.927	-\$3.150	-0,4451
3002130180	TIGECICLINA 50 MG LIOFILIZ. FAM	70	DIC	\$8.330	\$12.971	\$4.641	0,5571
3002132530	ERITROMICINA 500 MG CM REC.	64	DIC	\$117	\$177	\$60	0,5140
3002140070	ACETAZOLAMIDA 250 MG CM	2340	DIC	\$77	\$105	\$27	0,3538
3002140083	ONDANSETRON 8 MG CM BUCODISPERSABLES	310	DIC	\$245	\$392	\$146	0,5971
3002140169	VILDAGLIPTINA 50 MG CM	15060	DIC	\$162	\$417	\$255	1,5735
3002140171	ACIDO URSODEOXICOLICO 250MG CP/CM/CM REC	18500	DIC	\$213	\$500	\$287	1,3464
3002140367	CLOPIDOGREL 75 MG CM REC	4680	DIC	\$51	\$86	\$35	0,6744
3002143025	SULFASALAZINA 500 MG CM RECUB ENTERICO	36900	DIC	\$54	\$119	\$65	1,2222
3002160058	PARACETAMOL 10MG/ML INY FAM/AM/BOL 100ML	6000	DIC	\$832	\$1.012	\$180	0,2160
3002169957	LANREOTIDE 120 MG AUTOGEL SOL. INYEC JRP	20	DIC	\$657.208	\$809.200	\$151.992	0,2313
3002180019	AGUA ESTERIL P/INYECT. 500 ML SEMIRIGIDO	350	DIC	\$536	\$575	\$39	0,0733

Promedio 0,8715

Anexo I: Recepciones mensuales por la unidad de logística para los productos en estudio - 2023.

Recepciones mensuales 2023	MES	CAD.A	GLAR100.A	GLAR300.A	PARA500.B	PRED5.B	CLONI01.C	CICLO10.C	METRO500.C	MEPRED40.C	TACROS.C	TACRO0.5.C	CILOST.C	PTU50.C
	ENE	286000	2500	828	782080	102700			57780	2000	108	2000	7150	16632
FEB	140000	2000	608	266400	102700	210		35820	2000	78	2000	7150	10108	200
MAR	284000	1500	758	285000	102700			27780	2000	60	2000	7150	10108	
ABR	142000	1500	920	190000	102700	410		27780	2000	210	2000	6150	10108	
MAY	437040	1600	968	475000	102700			27780	2000	150	2000	7150	10108	200
JUN	285000	1400	1208	380510	102700				2000	280	2000	7150	10108	
JUL	284000	2500	1008	95000	94740	390		19020	2000	80	2000	7150	10108	
AGO	284000	2000	2108	495000	102700	300		27780	3500	163	2650	7150	10108	
SEPT	280020	1500	675	380000	102700			27780	2000	150	2000		10108	
OCT	276000	2500	1200	95000	102700	210		27780	2000	150		3500	10108	
NOV	232800	1000	2075	665000	82700	510		27780	2000	150	2600		21112	
DIC	400020	2600	1525	95000	102700	600		27780	2500	150	2000	3000	10108	
Recepción máxima	437040	2600	2108	782080	102700	600		57780	3500	280	2650	7150	21112	200
Recepción 1	426000	2600	1350	400000	102700	600		30000	1500	280	2650	7150	11004	200
Precio Unitario 1	\$ 18	\$ 8.663	\$ 16.273	\$ 8	\$ 13	\$ 596		\$ 307	\$ 119	\$ 16.660	\$ 3.808	\$ 202	\$ 145	\$ 440
Recepción 2	11040		758	382080				27780	2000				10108	
Precio Unitario 2	\$ 137		\$ 16.308	\$ 9				\$ 299	\$ 101				\$ 95	
Total 1	\$7.668.000	\$ 22.523.800	\$ 21.968.550	\$3.200.000	\$1.335.100	\$ 357.600		\$ 9.210.000	\$ 178.500	\$ 4.664.800	\$ 10.091.200	\$1.444.300	\$ 1.595.580	\$ 88.000
Total 2	\$1.512.480	\$ -	\$ 12.361.464	\$3.438.720		\$ -		\$ 8.306.220	\$ 202.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 960.260	\$ -
Valorizado total monto de adquisición más ALTA	\$9.180.480	\$ 22.523.800	\$ 34.330.014	\$ 6.638.720	\$1.335.100	\$ 357.600		\$ 17.516.220	\$ 380.500	\$ 4.664.800	\$ 10.091.200	\$1.444.300	\$ 2.555.840	\$ 88.000

Anexo J: Distribuciones anuales por parte de la unidad de logística a las diferentes farmacias 2023

FPM	-2585120	-21401	-13209	-2355400	-779000	-1650	-2220	-1100	-887	-2550	-1050	-560	
FA	-836160			-826160	-327280		-273060	-5400	-626	-15050	-61380	-138108	
FH	-74956	-32		-788567	-15460	-374	-5700	-16600	-71	-3347	-2845	-56	
FI	-36340			-13650	-35480		-100	-400	-5				
Total traspasado 2023	-3532576	-21433	-13209	-3983777	-1157220	-2024	-281080	-23500	-1589	-20947	-65275	-138724	
% FPM	73,18%	99,85%	100,00%	59,12%	67,32%	81,52%	0,79%	4,68%	55,82%	12,17%	1,61%	0,40%	100,00%

Valorizado total monto a adquisición mas ALTA	\$ 9.180.480	\$ 22.523.800	\$ 34.330.014	\$ 6.638.720	\$ 1.335.100	\$ 357.600	\$ 17.516.220	\$ 380.500	\$ 4.664.800	\$ 10.091.200	\$ 1.444.300	\$ 2.555.840	\$ 88.000
---	--------------	---------------	---------------	--------------	--------------	------------	---------------	------------	--------------	---------------	--------------	--------------	-----------

Ct para FPM	\$ 6.718.226	\$ 22.490.171	\$ 34.330.014	\$ 3.925.130	\$ 898.743	\$ 291.522	\$ 138.345	\$ 17.811	\$ 2.603.951	\$ 1.228.460	\$ 23.233	\$ 10.317	\$ 88.000
-------------	--------------	---------------	---------------	--------------	------------	------------	------------	-----------	--------------	--------------	-----------	-----------	-----------

Glosa: CAD.A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100.A: Insulina Glargina 100 UI/ml, GLAR300.A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARAS00.B: Paracetamol 500mg, PRED5.B: Prednisona 5 mg, CLON101.C: Clonidina 0,1mg, CICLO10.C: Ciclosporina 10mg, METRO500.C: Metronidazol 500mg, MEPRED40.C: Metilprednisolona 40 mg, TACRO5.C: Tacrolimus 5 mg, TACRO0.S.C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST.C: Clostazol 100mg y PTU.C: Propiltiouracilo 50mg. FPM: Farmacia Policlinico de Medicina, FA: Farmacia Ambulatorio, FH: Farmacia Hospitalizados, FI: Farmacia Infectologia

Anexo K: Informe stock fin de mes para la Farmacia policlinico de Medicina obtenido de Sistemas Expertos.

Servicio de Salud Metropolitano Oriente Hospital del Salvador (Producción)						
Bodega:	PUNTO DE ATENCION POLIMEDICINA					
Item	TODOS					
Presupuestario:	TODAS					
Tipo de Receta:	TODAS					
Fecha de Referencia:	30-11-23					
Datos del Producto		Unidad de Compra	Stock	Valor Neto (\$)		
Código Int.	Glosa			P. Unit.	P. Unit. (I.V.A.)	Subtotal
3002135149	METRONIDAZOL 500 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	273	100	119	27.300
3002136905	METILPREDNISOLONA ACETATO 40 MG/1ML IM SUSP INY FA	FRASCO AMP.	27	12.300	14.637	332.100
3002136910	PREDNISONA 5 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	27.841	11	13	306.251
3002140001	CALCIO CARBONATO COLECALCIFEROL 500 400 MG UI CÁPSULA	CAPSULA	2.487	115	137	286.005
3002140047	CICLOSPORINA 10 MG CAPSULA BLANDA	CAPSULA	660	271	322	178.860
3002140086	TACROLIMUS 5 MG CAPSULA	CAPSULA	330	1.890	2.249	623.700
3002140098	TACROLIMUS 0,5 MG CAPSULA	CAPSULA	200	300	357	60.000
3002140159	CLONIDINA CLORHIDRATO 0,1 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	150	501	596	75.150
3002145920	PARACETAMOL 500 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	29.085	9	11	261.765
3002146860	PROPILTIOURACILO 50 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	170	370	440	62.900
3002148477	CILOSTAZOL 100 MG COMPRIMIDO	COMPRIMIDO	149	80	95	11.920
3002161380	INSULINA GLARGINA 100 UI/ML/3ML (LANTUS) LAPIZ	LÁPIZ	552	7.280	8.663	4.018.560
3002161382	INSULINA GLARGINA 300 UI/ML 1,5ML (TOUJEO) LAPIZ	LÁPIZ	399	14.115	16.797	5.631.885

Anexo L: Resultados de la programación estocástica para las distribuciones revisadas sobre los medicamentos seleccionados.

✓ Calcio 500mg/ vitamina D400UI:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
CA500D.A	20312,65	14,32	256,3818	6718226	137	229907

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	1119,424479	-8,466%	210443,3603	1	209498	0	20409	\$ 33.954.035
NO	1114,829906	-8,987%	209244,8538	1	225637	0	4270	\$ 32.027.332
GA	1119,425324	-8,254%	210931,4095	1	235734	5827	0	\$ 32.399.313
ZINBI	1121,42448	-8,261%	210914,5405	1	208301	0	21606	\$ 34.096.935

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$7.105.900	17,3%
NO	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$9.032.603	22,0%
GA	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$8.660.622	21,1%
ZINBI	2487	1	292732,47	65312,47	0	\$41.059.935	\$6.963.000	17,0%

✓ Insulina glargina 100UI/ml:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
GLAR100.A	20312,65	14,32	16211,9382	22490171	8663	1381

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	699,3941883	14,646%	1583,267976	1	728	0	653	\$ 16.913.372
NO	698,7439902	15,003%	1588,187128	1	888	0	493	\$ 15.705.542
GA	699,4101331	13,980%	1574,068045	1	878	0	503	\$ 15.781.032
ZINBI	701,3941884	14,038%	1574,858691	1	702	0	679	\$ 17.109.645

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	552	1	2596,12	1767,12	0	\$22.535.790	\$5.622.417	24,9%
NO	552	1	2596,12	1767,12	0	\$22.535.790	\$6.830.248	30,3%
GA	552	1	2596,12	1767,12	0	\$22.535.790	\$6.754.758	30,0%
ZINBI	552	1	2596,12	1767,12	0	\$22.535.790	\$5.426.145	24,1%

✓ Insulina glargina 300UI/ml:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
GLAR300.A	20312,65	14,32	31433,9058	34330014	16797	1390

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	676,9158752	-61,799%	530,9987324	1	1386	0	4	\$ 23.426.690
NO	690,9106873	-61,680%	532,6485247	1	1336	0	54	\$ 24.158.536
GA	676,8673954	-62,021%	527,9132459	1	1301	0	89	\$ 24.670.827
ZINBI	678,9158753	-62,002%	528,178414	1	1360	0	30	\$ 23.807.250

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	399	1	1525	534	0	\$25.643.385	\$2.216.694	8,6%
NO	399	1	1525	534	0	\$25.643.385	\$1.484.849	5,8%
GA	399	1	1525	534	0	\$25.643.385	\$ 972.557	3,8%
ZINBI	399	1	1525	534	0	\$25.643.385	\$1.836.135	7,2%

✓ Paracetamol 500mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
PARA500.B	20312,65	14,32	20,5854	3925130	11	195965

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	1090,934568	-6,800%	182640	1	165774	0	30191	\$ 2.465.320
NO	1089,888271	-5,470%	185246	1	171840	0	24125	\$ 2.407.175
GA	1090,934924	-7,323%	181614	1	169774	0	26191	\$ 2.426.979
ZINBI	1092,934568	-7,410%	181444	1	162551	0	33414	\$ 2.496.214

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	29085	1	56168,56	0	110711,4	\$ 2.917.206	\$ 451.886	15,5%
NO	29085	1	56168,56	0	110711,4	\$ 2.917.206	\$ 510.031	17,5%
GA	29085	1	56168,56	0	110711,4	\$ 2.917.206	\$ 490.227	16,8%
ZINBI	29085	1	56168,56	0	110711,4	\$ 2.917.206	\$ 420.992	14,4%

✓ Prednisona 5mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
PRED5.B	20312,65	14,32	24,3282	898743	13	62130

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	1005,067632	32,644%	82412	1	8514	0	53616	\$ 1.435.375
NO	1005,041012	14,233%	70973	1	14150	0	47980	\$ 1.371.530
GA	1005,067805	26,224%	78423	1	13120	0	49010	\$ 1.383.198
ZINBI	1007,067632	40,431%	87250	1	8176	0	53954	\$ 1.439.204

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	27841	1	69134,05	34845,05	0	\$ 1.418.036	-\$ 17.339	-1,2%
NO	27841	1	69134,05	34845,05	0	\$ 1.418.036	\$ 46.507	3,3%
GA	27841	1	69134,05	34845,05	0	\$ 1.418.036	\$ 34.839	2,5%
ZINBI	27841	1	69134,05	34845,05	0	\$ 1.418.036	-\$ 21.168	-1,5%

✓ Clonidina 0,1mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
CLONI01.C	20312,65	14,32	1115,3544	291522	596	0

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	597,6563351	#iDIV/0!	40,89	0	0	0	0	\$ -
NO	655,9770896	#iDIV/0!	182,62	1	44	44	0	\$ 47.167
GA	511,9159314	#iDIV/0!	182,62	1	37	37	0	\$ 42.894
ZINBI	560,3030988	#iDIV/0!	117,00	0	0	0	0	\$ -

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	150	1	489,12	639,12	0	\$ 320.980	\$ 320.980	100,0%
NO	150	1	489,12	639,12	0	\$ 320.980	\$ 273.814	85,3%
GA	150	1	489,12	639,12	0	\$ 320.980	\$ 278.086	86,6%
ZINBI	150	1	489,12	639,12	0	\$ 320.980	\$ 320.980	100,0%

✓ Ciclosporina 10mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
CICLO10.C	20312,65	14,32	602,5908	138345	322	360

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	623,9544311	61,667%	582	0	0	0	360	\$ 216.933
NO	636,5474201	14,167%	411	0	0	0	360	\$ 216.933
GA	520,5559955	14,167%	411	0	0	0	360	\$ 216.933
ZINBI	565,2554465	6,111%	382	0	0	0	360	\$ 216.933

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	660	1	219,41	519,41	0	\$ 98.399	-\$ 118.533	-120,5%
NO	660	1	219,41	519,41	0	\$ 98.399	-\$ 118.533	-120,5%
GA	660	1	219,41	519,41	0	\$ 98.399	-\$ 118.533	-120,5%
ZINBI	660	1	219,41	519,41	0	\$ 98.399	-\$ 118.533	-120,5%

✓ Metronidazol 500mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
METRO500.C	20312,65	14,32	222,6966	17811	119	291

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	546,2881681	5,124%	305,9106	1	81	0	210	\$ 76.718
NO	547,8131366	-22,305%	226,0918	0	0	0	291	\$ 64.805
GA	513,0323427	-22,305%	226,0918	1	12	0	279	\$ 83.873
ZINBI	531,682882	-12,469%	254,7162	0	0	0	291	\$ 64.805

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	273	1	117,02	99,02	0	\$ 35.656	-\$ 41.062	-115,2%
NO	273	1	117,02	99,02	0	\$ 35.656	-\$ 29.148	-81,7%
GA	273	1	117,02	99,02	0	\$ 35.656	-\$ 48.217	-135,2%
ZINBI	273	1	117,02	99,02	0	\$ 35.656	-\$ 29.148	-81,7%

✓ Metilprednisolona 40mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
MEPRED40.C	20312,65	14,32	27391,6818	2603951	14637	48

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	464,3936083	-73,572%	12,6852	0	0	0	48	\$ 1.314.801
NO	460,4907626	-92,534%	3,5834	0	0	0	48	\$ 1.314.801
GA	454,4691359	-92,534%	3,5834	0	0	0	48	\$ 1.314.801
ZINBI	465,026356	-44,446%	26,6659	0	0	0	48	\$ 1.314.801

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	27	1	83,73	62,73	0	\$ 1.246.796	-\$ 68.005	-5,5%
NO	27	1	83,73	62,73	0	\$ 1.246.796	-\$ 68.005	-5,5%
GA	27	1	83,73	62,73	0	\$ 1.246.796	-\$ 68.005	-5,5%
ZINBI	27	1	83,73	62,73	0	\$ 1.246.796	-\$ 68.005	-5,5%

✓ Tacrolimus 5mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
TACRO5.C	20312,65	14,32	4208,7786	1228460	2249	400

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	516,2842999	-47,996%	208,0140196	0	0	0	400	\$ 1.683.511
NO	647,547577	-20,191%	319	1	95	25	0	\$ 234.326
GA	N/A	-100,000%						
ZINBI	471,6358776	-26,438%	294	0	0	0	400	\$ 1.683.511

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	330	1	243,47	173,47	0	\$ 570.365	-\$1.113.146	-195,2%
NO	330	1	243,47	173,47	0	\$ 570.365	\$ 336.040	58,9%
GA								
ZINBI	330	1	243,47	173,47	0	\$ 570.365	-\$1.113.146	-195,2%

✓ Tacrolimus 0,5mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
TACRO0.5.C	20312,65	14,32	668,0898	23233	357	0

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	440,6293941	#iDIV/0!		11 0	0	0	0	\$ -
NO	583,4085391	#iDIV/0!		14 0	0	0	0	\$ -
GA	N/A	#iDIV/0!						
ZINBI	398,0879181	#iDIV/0!		61 0	0	0	0	\$ -

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	200	1	48,26	248,26	0 \$	41.096	\$ 41.096	100,0%
NO	200	1	48,26	248,26	0 \$	41.096	\$ 41.096	100,0%
GA								
ZINBI	200	1	48,26	248,26	0 \$	41.096	\$ 41.096	100,0%

✓ Cilostazol 100mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
CILOST.C	20312,65	14,32	177,783	10317	95	0

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	390,9258439	#iDIV/0!	4,692398551	0	0	0	0	\$ -
NO	538,4059049	#iDIV/0!		5 0	0	0	0	\$ -
GA	N/A	#iDIV/0!						
ZINBI	361,7667906	#iDIV/0!		21 0	0	0	0	\$ -

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	149	1	40,80	189,80	0 \$	26.907	\$ 26.907	100,0%
NO	149	1	40,80	189,80	0 \$	26.907	\$ 26.907	100,0%
GA								
ZINBI	149	1	40,80	189,80	0 \$	26.907	\$ 26.907	100,0%

✓ Propiltiouracilo 50mg:

	o	h	s	C	u	Real (Cons DIC)
PTU50.C	20312,65	14,32	823,416	88000	440	0

DISTRIB	AKAIKE	Precision mu (%)	mu	Z	Q1	I1	B1	CT
NBII	270,070201	#iDIV/0!		17 0	0	170	0 \$	2.434
NO	575,967508	#iDIV/0!		42 0	0	170	0 \$	2.434
GA	N/A	#iDIV/0!						
ZINBI	244,980678	#iDIV/0!		168 0	0	170	0 \$	2.434

DISTRIB	Saldo previo	Z real	Q real	I real	B real	CT real	Ahorro	% Ahorro
NBII	170	0	0	170	0 \$	2.434	\$ -	0,0%
NO	170	0	0	170	0 \$	2.434	\$ -	0,0%
GA								
ZINBI	170	0	0	170	0 \$	2.434	\$ -	0,0%

Anexo M: Resumen comparativo respecto a la programación estocástica para las distribuciones estudiadas sobre los medicamentos seleccionados.

DEMANDA	DEPENDENCIA TEMPORAL	INTERMITENCIA	FÁRMACO	AKAIKE	Precision mu (%)	I1 - B1	CT	% Ahorro	DISTRIBUCION DE PREFERENCIA
Grupo - A (Demanda Alta)	SIN, parcial	Sin	CA500D-A	NO	GA		NO		NO / GA
	SIN	Sin	GLAR100-A	NO	GA	NO			NO
	CON	Sin	GLAR300-A	GA	NO	NBII			NBII
Grupo - B (Demanda Media)	SIN, parcial	Sin	PARA500-B			NO			NO
	SIN, parcial	Sin	PRED5-B			NO			NO
Grupo - C (Demanda Baja)	CON, Parcial	Sin, pocos 0	CLONI01-C	GA	N/A	ZINBI / NBII			ZINBI
	SIN	Sin, pocos 0	CICLO10-C	GA	ZINBI	=			ZINBI / GA
	SIN	Sin, pocos 0	METRO500-C	GA	NBII		ZINBI / NO		ZINBI
	CON	Sin	MEPRED40-C	GA	ZINBI	=			GA
Grupo - C (Demanda Baja)	CON	Con	TACRO5-C	ZINBI			NO		NO
	SIN, Parcial	Con	TACRO0.5-C	ZINBI	N/A	=			ZINBI
	SIN	Con	CILOST-C	ZINBI	N/A	=			ZINBI
	CON, Parcial	Con	PTU50-C	ZINBI	N/A	=			ZINBI

Glosa: I1-B1: Saldo vs Desabastecimiento, CT: Costos totales, CA500D-A: Calcio Carbonato 500mg/Vitamina D 400UI, GLAR100-A: Insulina Glargina 100UI/ml, GLAR300-A: Insulina Glargina 300UI/ml, PARA500-B: Paracetamol 500mg, PRED5-B: Prednisona 5mg, CLONI01-C: Clonidina 0,1mg, CICLO10-C: Ciclosporina 10mg, METRO500-C: Metronidazol 500mg, MEPRED40-C: Metilprednisolona 40mg, TACRO5-C: Tacrolimus 5mg, TACRO0.5-C: Tacrolimus 0.5mg, CILOST-C: Cilostazol 100mg y PTU-C: Propiltiouracilo 50mg. N/A: No aplica, =: Igual para todos. DISTRIBUCIONES - NO: Normal, GA: Gamma, NBII: Binomial negativa tipo II, ZINBI: Binomial negativa inflada en cero.