



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA**

**SUGERENCIAS PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS DE
PLANEACIÓN DE LA DEMANDA EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR FARMACÉUTICO**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

David Mauricio Velázquez Rueda



Ciudad Universitaria, CD. MX., noviembre 2021.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: HERNANDEZ CHAVARRIA FEDERICO CARLOS**

VOCAL: **Profesor: BASAVE RIVERA HECTOR ISRAEL**

SECRETARIO: **Profesor: DE ANDA AGUILAR OSCAR**

1er. SUPLENTE: **Profesora: NAVARRO REYES IBET**

2° SUPLENTE: **Profesor: JANO ITO MARCO AURELIO**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Facultad de Química, UNAM.

SUSTENTANTE:

David Mauricio Velázquez Rueda

ÍNDICE

1. Introducción
2. Marco teórico
3. Planteamiento del problema
4. Propuesta de respuesta al problema
5. Conclusiones y recomendaciones
6. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

La planeación de la demanda es una actividad directamente relacionada a la gestión de los recursos e ingresos en las compañías, ya que integra diferentes procesos de la cadena de suministro, analiza la información histórica del desempeño operativo y comercial, examina el comportamiento del mercado y desarrolla las relaciones comerciales con proveedores, distribuidores, clientes y consumidores.

De esta actividad depende en buena medida la competitividad de los productos de la compañía en el mercado, en términos de precio y distribución. Consecuentemente, la competitividad de los productos en el mercado, definirá los ingresos y rentabilidad de la empresa.

En este trabajo, mi objetivo de análisis ha sido un medicamento compuesto por Pargerverina y Clonixinato de Lisina (10 y 125 mg respectivamente), el cual es un antiespasmódico - analgésico de afecciones del aparato digestivo que se comercializa en una única presentación de 20 comprimidos. Se ha elegido a este producto debido a que es un medicamento de alta rotación en el mercado, presenta una tendencia a la alza en cuanto a prescripción médica y es un producto de alto volumen e ingresos para la empresa.

De acuerdo al artículo 226 de la Ley General de la Salud, el medicamento compuesto por Pargerverina y Clonixinato de Lisina se clasifica en la IV sección conforme al requerimiento de receta médica para suplir este producto:

“IV. Medicamentos que para adquirirse requieren receta médica, pero que pueden resurtirse tantas veces como lo indique el médico que prescriba”

Lo que condiciona que la demanda de este medicamento esté sujeta a la prescripción médica, por lo tanto, la promoción con médicos se vuelve una función de gran importancia.

Por otra parte, la demanda de la sustancia activa en términos generales, no presenta patrones de estacionalidad bien definidos, dado que la indicación terapéutica de este medicamento es para atender espasmos del sistema digestivo, los cuales no necesariamente están sujetos a factores o condiciones aunados a una época específica del año ni a la presencia de una enfermedad subyacente.

Actualmente, la planeación de la demanda y la producción de este medicamento se realizan bajo la premisa de cumplir con el presupuesto de ventas de la compañía; lo cual puede o no satisfacer la necesidad del mercado y mostrar cierta inflexibilidad ante cambios como:

- Apertura o cierre de puntos de venta.
- Apertura o cierre de centros de distribución de mayoristas.
- Acciones, promociones u ofertas de competidores.
- Aparición de más productos competidores o sustitutos.
- Fluctuaciones en el abasto del mercado actual. Por ejemplo, si un competidor tiene problemas para abastecer alguna locación, los demás competidores aprovecharán la oportunidad para ganar participación en el mercado.

Además, actualmente la planeación de la demanda y ventas se realiza con base en el juicio y pericia del gerente responsable de la marca y carece de una metodología de pronóstico.

De tal forma que, debido a la importancia del producto para la compañía y a las áreas de oportunidad en la planeación de este medicamento, se ha elegido como el objeto de análisis de este trabajo de investigación.

La elección de este tema de investigación surge de la necesidad de establecer un método para analizar de forma integral la planeación de la demanda del medicamento Pargeverina y Clonixinato de Lisina a través de todo el canal de venta, cumpliendo con las siguientes premisas:

- Garantizar el abastecimiento de la demanda del medicamento en puntos de venta.
- Hacer más eficiente y precisa la previsión de la demanda del medicamento.

- Dimensionar la necesidad real del producto en el mercado para mejorar la planificación de la producción y los niveles de inventarios en el canal de venta.
- Disminuir la incidencia de enviar producto a destrucción por vencimiento de fecha de caducidad y reducir los gastos que este proceso implica.

Lo anterior, busca mitigar los efectos derivados de una incorrecta planeación de la demanda, tales como:

- Déficit en el suministro de producto en el mercado y sus implicaciones:
 - o Disminuir las ventas.
 - o Perder participación en el mercado.
 - o Dejar sin efecto ofertas y promoción con visitadores médicos.
 - o Deterioro en relaciones comerciales con distribuidores y cadenas de farmacias.
 - o Bajos niveles en indicadores de desempeño de clientes.
 - o Pago de penalizaciones por entregas incompletas.
 - o Pérdida de oportunidades de negocio.
- Exceso de inventario, lo que implica:
 - o Invertir más en promoción y publicidad en puntos de venta.
 - o Reubicar inventario desde puntos de venta de baja rotación a otros de alta rotación.
 - o Realizar sobre ventas de emergencia para cumplir con presupuestos.
 - o Saturar el canal de venta.
 - o Encarecer el costo de la venta por ofertas innecesarias.
 - o Disminuir la rentabilidad de algunas marcas para subsidiar ofertas de otras.
 - o Emitir notas de crédito por devoluciones.
 - o En caso de que el producto caduque, se deberá mandar a destruir con un tercero, lo cual implica un costo.

¿Cómo realicé esta investigación?

Este trabajo desarrolla un análisis de la demanda de cada nivel del canal de venta, con lo cual se busca mejorar el proceso de planeación de la demanda del medicamento Pargeverina y Clonixinato de Lisina en los siguientes aspectos:

- Venta directa a distribuidores.
- Venta de distribuidores a cadenas de farmacias, autoservicios y farmacias independientes.
- Venta a consumidores en punto de venta.

El análisis también considera las necesidades de inventarios adecuados para cada uno de los niveles, como se describen a continuación:

- Cobertura de planta para venta interna: 6 meses (180 días) de inventario con respecto al promedio de venta.
- Cobertura de distribuidores: 60 días de inventario con respecto a la media móvil de venta, ya que en general, los distribuidores pagan a los laboratorios a 90 días.
- Cobertura de punto de venta: 45 días de inventario con respecto a la media móvil de venta, ya que en general, las cadenas de farmacias pagan a los distribuidores a 60 días.

A través de los siguientes capítulos mostraré el marco teórico, el planteamiento del problema, la propuesta de respuesta al problema y las conclusiones.

2. MARCO TEÓRICO

La industria farmacéutica en el mundo.

El sector farmacéutico se enfoca en la investigación, desarrollo, producción y comercialización de productos químicos o biofármacos utilizados para la prevención o el tratamiento de enfermedades. Algunos de los productos que conforman el sector son: los fármacos, las vacunas y anti sueros, las vitaminas y las preparaciones farmacéuticas para uso veterinario, entre otros.

El sector farmacéutico es uno de los más grandes y redituables a nivel mundial. La industria cuenta con grandes empresas transnacionales, las cuales cada año invierten grandes cantidades en investigación con la finalidad de mejorar sus productos y crear nuevos tratamientos. De manera específica, el 43% de las ventas de medicamentos en el mundo está concentrado en 14 empresas farmacéuticas.

Panorama global de la industria farmacéutica.

Producción.

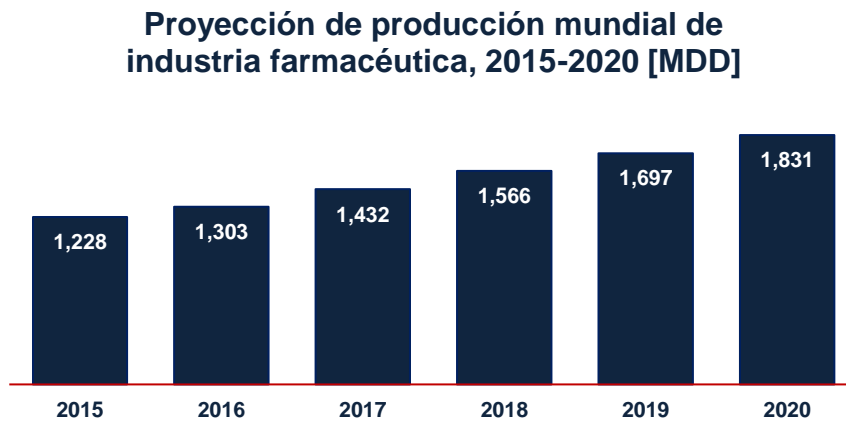
En 2015, la producción global de la industria farmacéutica fue de 1,228 mdd. Se espera que para 2015-2020, esta tenga una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 8.3% y alcance un valor de 1,831 mdd en el último año. En 2015 alrededor del 53% de la producción global se realizó en China, Estados Unidos y Suiza. Se espera que para el periodo 2015-2020, de los principales productores, India sea el país que registre un mayor dinamismo en la producción con una tasa media de crecimiento anual de 14.4%, seguido de Irlanda con 12.9% y China con 10.6%.

País	Producción (MDD)	Participación (%)
China	326	26.5%
Estados Unidos	231	18.8%
Suiza	90	7.3%
Japón	73	5.9%
Reino Unido	64	5.2%
Otros	444	36.3%
Total	1,228	100%

Tabla 2.1. Producción mundial de fármacos 2015.

Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de IHS Y Global Insight.

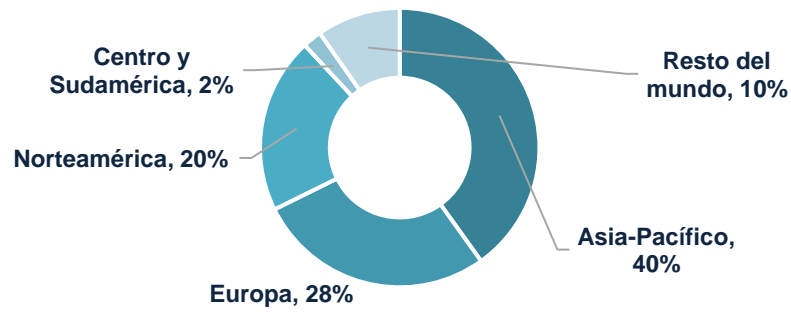
Se proyecta que la producción mundial de fármacos siga incrementando a un ritmo de 8%, encabezado principalmente por la región Asia-Pacífico con 40% de participación, seguido de Europa (28%), la región de Norteamérica (20%), Centro y Sudamérica (2%) y el resto del mundo (10%).



Gráfica 2.1. Perspectiva de la producción mundial de la industria farmacéutica 2015-2020.

Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de IHS Y Global Insight.

Participación de las regiones del mundo en la producción farmacéutica 2015

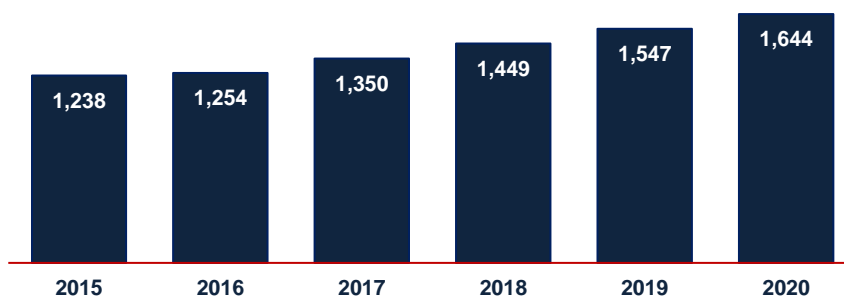


Gráfica 2.2. Perspectiva de la producción mundial de la industria farmacéutica 2015-2020.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de IHS.

Consumo.

En 2015, el consumo global del sector farmacéutico fue de 1,238 mdd. Se espera que para el periodo 2015-2020, este tenga una tasa media de crecimiento anual de 5.8% y para el último año alcance un valor total de 1,644 mdd

Proyección de consumo mundial de fármacos, 2015-2020 [MDD]



Gráfica 2.3. Perspectiva de la producción mundial de la industria farmacéutica 2015-2020.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de IHS Y Global Insight.

Los países en desarrollo demuestran ser mercados en donde el consumo de productos farmacéuticos crece cada vez más. Algunos de los factores que contribuyen son el incremento del poder adquisitivo, mayor acceso a los servicios de salud, así como también el incremento del gasto gubernamental en salud. A nivel internacional las principales compañías enfrentan el reto del vencimiento de las

patentes de sus principales productos, lo que ha generado que incremente la presencia de los medicamentos genéricos en el mercado.

El vencimiento de las patentes en los productos farmacéuticos es un factor importante para la industria global, es por ello que las compañías productoras de genéricos encuentran oportunidades de negocio.

En 2015, los principales consumidores del sector farmacéutico a nivel global fueron China, Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Suiza y Francia, con 71% de participación. Se estima que para el periodo 2015-2020 China sea el país con mayor crecimiento en su consumo con una tasa media de crecimiento anual de 7% seguido de Francia con 6.3% y Reino Unido con 5.3%.

La industria farmacéutica en México.

México es el segundo mercado más grande de América Latina en la industria farmacéutica y el 12° a nivel mundial. Es un importante productor de medicinas de alta tecnología, incluyendo antibióticos, antiinflamatorios, tratamientos contra el cáncer, entre otros. La industria farmacéutica representa en promedio 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y representó el 2.7% del PIB Manufacturero en 2015.

% PIB Manufacturero de Industria Farmacéutica en México

2013	3.4%
2014	2.8%
2015	2.7%

Tabla 2.2. % PIB Manufacturero de Industria Farmacéutica en México.
Fuente: Sector Industria Farmacéutica con información de Secretaría de Economía.

México es actualmente el destino para invertir en la industria farmacéutica ya que en materia de regulación se han realizado mejoras sustanciales en cuanto a tiempos de respuesta de los trámites frente a Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Además de que esta comisión es activa para promover la

homologación con otros países, por ejemplo, ha participado en las rondas de negociación con los países de Alianza del Pacífico.

Principales indicadores de la industria farmacéutica en México

Producción 2014	11,430 MDD
Proyección de tasa media de crecimiento anual (producción)	5.2%
Consumo	14,522 MDD
Proyección de tasa media de crecimiento anual (consumo)	5.5%
Exportaciones 2015	1,958 MDD
Importaciones 2015	4,804 MDD
Inversión extranjera directa en el sector acumulada 2005 - 2015	3,516 MDD

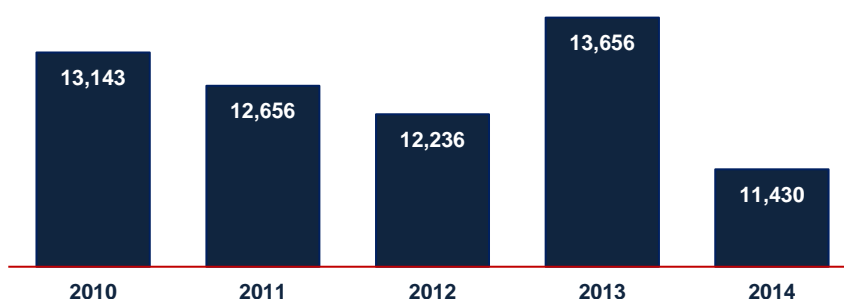
Tabla 2.3. Indicadores de la industria farmacéutica en México 2014-2015.

Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de Global Insight, INEGI y Secretaría de Economía.

Producción.

En 2014, la producción mexicana del sector farmacéutico fue de 11,430 mdd con un valor agregado de 54.4%. Se espera que en el periodo 2015-2020 la industria crezca 5.2%.

Producción de industria farmacéutica en México 2010-2014 [MDD]

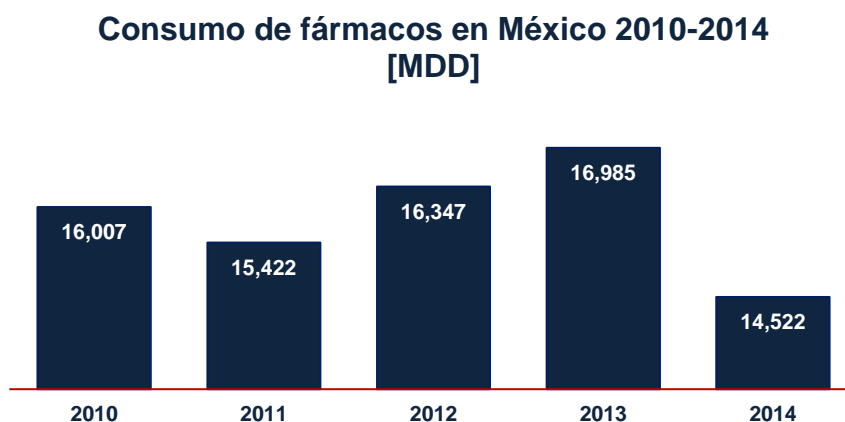


Gráfica 2.4. Producción de la industria farmacéutica en México 2010 – 2014.

Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de IHS.

Consumo.

El consumo de productos elaborados por la industria farmacéutica en el mercado mexicano para el año de 2014 fue de 14,522 MDD.



Gráfica 2.5. Producción de la industria farmacéutica en México 2010 – 2014.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de INEGI.

Se prevé que para 2015 – 2020 el consumo aumente a una tasa media de crecimiento anual de 5.5%.

Comercio internacional.

En 2015, México fue el principal exportador de medicamentos en América Latina, con un total de 1,958 MDD.

País	Monto (MDD)	Participación (%)
Suiza	452	23.1%
Estados Unidos	438	22.4%
Panamá	153	7.8%
Venezuela	128	6.5%
Colombia	109	5.6%
Ecuador	75	3.8%
Guatemala	75	3.8%
Brasil	72	3.7%
Canadá	64	3.3%
Otros	392	20.0%
Total	1,958	100%

Tabla 2.4. Principales destinos de exportación de la industria farmacéutica en México.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de Global Trade Atlas.

Código HS	Descripción	Monto [MDD]	Participación (%)
300490	Medicamentos para usos terapéuticos o profilácticos, dosificados	1,369	69.9%
300590	Esparadrapos, sinapismos, guatas, gasas y vendas	94	4.8%
300210	Antisuecos	83	4.2%
300450	Medicamentos que contengan vitaminas	79	4.0%
300439	Medicamentos que contengan hormonas	59	3.0%
	Otros	274	14.1%
Total		1,958	100%

Tabla 2.5. Principales productos farmacéuticos exportados por México.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de Global Trade Atlas.

Comercio internacional de fármacos en México [MDD]

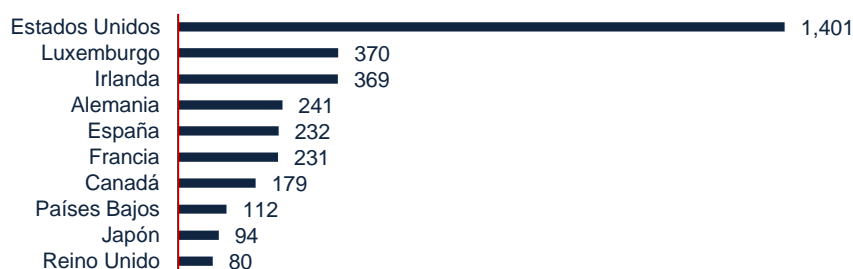


Gráfica 2.6. Producción de la industria farmacéutica en México 2010 – 2014.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de Global Trade Atlas.

Inversión extranjera directa.

El sector farmacéutico tuvo una inversión acumulada de 3,516 mdd de 2005 a 2015. En los últimos dos años el país recibió un monto de 164 mdd en Inversión Extranjera Directa (IED). Estados Unidos, Luxemburgo e Irlanda han sido los principales países inversionistas en la industria mexicana.

Principales países inversionistas en la industria farmacéutica en México, acumulado 2005-2015 [MDD]



Gráfica 2.7. Principales países industria farmacéutica IED en México 2005 – 2015.

Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de Secretaría de Economía.

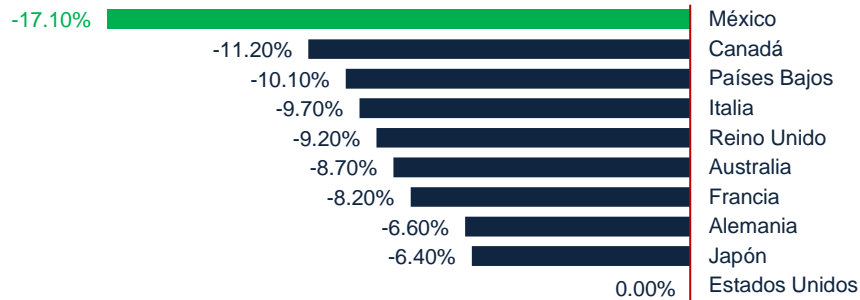
Principales empresas

En México, según datos del INEGI, operan 742 unidades económicas especializadas en la industria farmacéutica. En 2015, se registra que el sector generó aproximadamente 58,749 empleos. Las principales empresas de la industria son: Merck, Boehringer Ingelheim, Schering Plough, Pfizer, Glaxosmithkline, Baxter, Eli Lilly Company, Novartis, Siegfried Rhein.

Costos

En materia de costos en 2015, México destacó como uno de los países con mayores ahorros en la manufactura de la industria farmacéutica. Respecto a Estados Unidos, el país ofrece ahorros en costos de 17.1% que lo posicionan como más competitivo que Canadá, Países Bajos, Italia, entre otros.

Índice de ahorro en costos de manufactura de fármacos 2015 con respecto a Estados Unidos



Gráfica 2.8. Índice de ahorros en costos de manufactura de farmacéuticos, 2015.
Fuente: Informe ProMéxico Industria Farmacéutica 2015 con información de KPMG.

Cadena de suministro.

La cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente. La cadena de suministro incluye no sólo al fabricante y los proveedores, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (menudeo), e incluso a los clientes mismos. Dentro de cada organización, la cadena de suministro incluye todas las funciones implicadas en la recepción y satisfacción del pedido de un cliente. Estas funciones incluyen, sin limitarse, el desarrollo de un nuevo producto, el marketing, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

Una cadena de suministro es dinámica e implica el flujo constante de información, productos y fondos entre diferentes etapas. El propósito primordial de cualquier cadena de suministro es satisfacer las necesidades del cliente y, en el proceso, generar una ganancia para sí misma. El término cadena de suministro evoca imágenes de un producto moviéndose, a lo largo de una cadena, de proveedores a fabricantes, a distribuidores, a detallistas, a clientes. También es importante visualizar los flujos de información, productos y fondos en ambas direcciones de esta cadena.

Una cadena de suministro incluye generalmente las siguientes etapas:

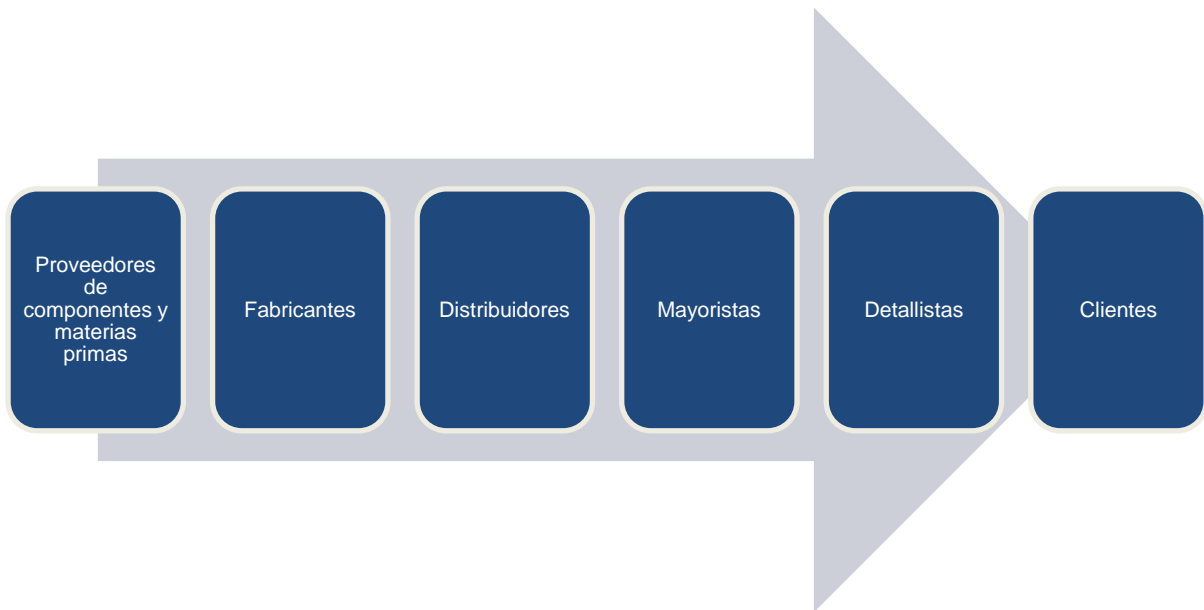


Ilustración 2.1. Mapeo común de una cadena de suministro.
Fuente: Chopra y Meindl (2015). Administración de la Cadena de Suministro.

Cada etapa en una cadena de suministro está conectada por el flujo de productos, información y fondos. Estos flujos suelen ocurrir en ambas direcciones y pueden ser gestionados por una de las etapas o un intermediario.

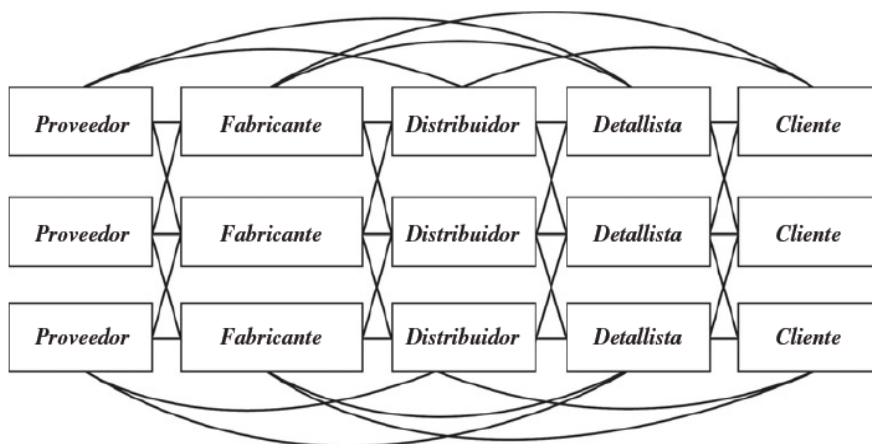


Ilustración 2.2. Flujo de producto, información y fondos en una cadena de suministro.
Fuente: Chopra y Meindl (2015). Administración de la Cadena de Suministro.

Objetivo de la cadena de suministro.

El objetivo de toda cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado. El valor (también conocido como superávit de la cadena de suministro) que genera una cadena de suministro es la diferencia entre lo que el cliente paga por el producto final y los costos en que incurre la cadena para cumplir con el pedido.

Superávit de la cadena de suministro

$$= \text{Valor para el cliente} - \text{Costo para la cadena de suministro}$$

Es posible que el valor del producto final varíe para cada cliente y puede estimarse por la cantidad máxima que el cliente desea pagar por él. La diferencia entre el valor del producto y su precio permanece con el cliente como superávit para el cliente. El resto del superávit de la cadena de suministro se transforma en rentabilidad de la cadena de suministro, es decir, la diferencia entre el ingreso generado por el cliente y el costo total a través de la cadena de suministro. La diferencia entre lo que el cliente paga y la suma de todos los costos en que incurrió la cadena de suministro para fabricar un producto representa la rentabilidad de la cadena de suministro, la cual es la utilidad total compartida por todas las etapas de la cadena e intermediarios. Cuanto más alta sea la rentabilidad de la cadena de suministro, más exitosa será la cadena. Para la mayoría de las cadenas de suministro que obtienen utilidades, su superávit tendrá mucho que ver con las utilidades. El éxito de una cadena de suministro debe medirse en función de su rentabilidad y no en función de las utilidades en una etapa individual.

Una vez definido el éxito de una cadena de suministro en función de su rentabilidad, el siguiente paso lógico es buscar fuentes de valor, ingresos y costos. Para cualquier cadena de suministro sólo hay una fuente de ingresos: el cliente. El cliente es el único que proporciona flujo de efectivo positivo para la cadena de suministro. Todos los demás flujos de efectivo son simplemente intercambios de fondos que ocurren dentro de la cadena de suministro, dado que las diferentes etapas tienen diversos propietarios. Cuando se paga a un proveedor, se toma una parte de los fondos que el cliente proporciona y pasa ese dinero al proveedor. Todos los flujos de información, productos o fondos generan costos dentro de la cadena de suministro. Por consiguiente, la administración apropiada de estos flujos es una de las claves del éxito

de una cadena de suministro. Una eficaz administración de la cadena de suministro implica la administración de sus activos y flujos de productos, información y fondos para maximizar su superávit.

Importancia de las decisiones en la cadena de suministro.

Existe una estrecha conexión entre el diseño y la administración de los flujos de una cadena de suministro (productos, información y fondos) y su éxito. Por el contrario, el fracaso de muchas empresas puede atribuirse a debilidades en el diseño y planeación de su cadena de suministro.

Las decisiones de diseño, planeación y operación de una cadena de suministro desempeñan una función importante en el éxito o fracaso de una empresa. Para permanecer competitivas, las cadenas de suministro deben adaptarse a los cambios tecnológicos y a las expectativas de los clientes.

Planeación de la demanda.

La planeación de la demanda es un proceso utilizado para proporcionar una actualización periódica de los planes de marketing y ventas, así como un plan formal actualizado de la demanda (también conocido como solicitud de producto y pronóstico) sobre un horizonte de planificación acordado como parte de las ventas mensuales y las operaciones de proceso de planificación. El proceso incluye el acceso a información a la fuerza de ventas en lo que se espera vender y lo que estará disponible para la venta. (Palmatier et.al. 2003) (Peregrina, 2011).

De tal forma que podemos definir a la planeación de la demanda como la estimación de una tendencia de venta esperada para un producto, sin embargo, la variabilidad puede existir y esta variabilidad afecta indudablemente al comportamiento de la tendencia de venta, ese es el principal objetivo que desea minimizar la planeación de la demanda. La planeación de la demanda puede verse afectada tanto por factores intrínsecos como extrínsecos.

Entre los factores intrínsecos se puede mencionar: la falta de comunicación entre las áreas, estrategias comerciales, acciones promocionales, estrategias con los clientes, compromisos de ventas, entre muchas otras. Dentro de los factores extrínsecos podemos mencionar. la crisis económica, el cambio de divisas, la política fiscal, y en general todo lo que gira alrededor de la compañía y que forma parte del ambiente externo que indudablemente afectará la demanda. (Peregrina, 2011).

El propósito de la planificación de la demanda es mejorar las decisiones que afectan la exactitud de la demanda existente y el cálculo tope o las existencias de seguridad para llegar a un tope o las existencias de seguridad para llegar a un nivel de servicio predefinido. Todas las decisiones en la cadena de suministro deben basarse en los pedidos fijos de los clientes, la planeación de ventas o en el pronóstico, estos últimos se determinan en el proceso de planeación de la demanda (Peregrina, 2011).

Pronóstico de la demanda.

Los pronósticos de la demanda son el fundamento para tomar la mayor parte de las decisiones relacionadas a la cadena de suministro. Al momento de tomar decisiones para la planificación de la demanda, la demanda real de los consumidores es incierta para las compañías. Es por esta razón que existen los pronósticos de la demanda, los cuales permiten determinar con cierta precisión la demanda futura de los consumidores. Este tipo de información permite construir un nivel adecuado de inventarios de partes o productos terminados o preparar la capacidad de producción requerida para que la compañía sea capaz de responder eficazmente al mercado en el momento en que se reciben pedidos de los consumidores.

Características de los pronósticos.

1. Los pronósticos siempre son imprecisos y por tanto deben incluir tanto su valor esperado como una medida de error del pronóstico.
2. En general, los pronósticos a largo plazo son menos precisos que los de corto plazo; los primeros tienen una mayor desviación estándar del error en relación con la media de los segundos.
3. Los pronósticos agregados suelen ser más precisos que los desagregados, ya que tienden a tener una menor desviación estándar del error en relación con la media. Cuanto mayor sea la agregación, más preciso será el pronóstico.
4. En general, cuanto más lejos está una compañía en la cadena de suministro, mayor será la distorsión de la información que reciba. Como resultado, cuanto más arriba se encuentre una compañía en la cadena de suministro, más grande será el error de pronóstico.

Componentes de un pronóstico y métodos de pronosticar.

Para pronosticar la demanda, las compañías deben identificar primero los factores que influyen en la demanda futura y luego cerciorarse de la relación entre la demanda futura y dichos factores.

Las compañías deben equilibrar los factores objetivos y subjetivos cuando pronostican la demanda, ya que deberán incluirse factores del aspecto humano como la intuición, pericia y juicio al hacer el pronóstico final.

Una compañía debe estar al tanto de numerosos factores relacionado con el pronóstico de la demanda, incluidos los siguientes:

- Demanda de periodos anteriores.
- Tiempo de espera de reabastecimiento del producto.
- Publicidad planeada o esfuerzos de marketing.
- Descuentos de precios planeados.
- Estatus de la economía.
- Acciones que los competidores han lanzado.

Los métodos de pronóstico se clasifican de acuerdo con los cuatro tipos siguientes:

1. **Cualitativos:** Los métodos cualitativos son principalmente subjetivos y se apoyan en el juicio humano. Son apropiados sobre todo cuando se dispone de pocos datos históricos o cuando los expertos cuentan con datos de investigación del mercado que pueden afectar el pronóstico. Tales métodos también pueden ser necesarios para pronosticar la demanda a varios años en el futuro en una nueva industria.
2. **Series de tiempo:** Los métodos de pronóstico de series de tiempo utilizan la demanda histórica para hacer un pronóstico. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura. Estos métodos son más apropiados cuando el patrón de la demanda básica no varía significativamente de un año al siguiente. Son los métodos más sencillos de implementar y pueden servir como un buen punto de inicio para el pronóstico de la demanda.
3. **Causales:** Los métodos de pronóstico causales suponen que el pronóstico de la demanda está altamente correlacionado con ciertos factores en el ambiente (el estado de la economía, las tasas de interés, etc.). Los métodos de pronóstico causales encuentran esta correlación entre la demanda y los factores ambientales y utilizan estimaciones de cuáles serán éstos para pronosticar la demanda futura.
4. **Simulación:** Los métodos de pronóstico de simulación imitan las preferencias del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico. Con la simulación, una empresa puede combinar los métodos de series de tiempo y causales.

Componentes del pronóstico.

Con cualquier método de pronóstico siempre existe un elemento aleatorio que no puede ser explicado por los patrones de la demanda histórica. Por consiguiente, cualquier demanda observada puede dividirse en un componente sistemático y en otro aleatorio:

$$\begin{aligned} \text{Demanda observada } (O) \\ = \text{componente sistemático } (S) + \text{componente aleatorio } (R) \end{aligned}$$

El componente sistemático mide el valor esperado de la demanda y consiste en lo que llamaremos nivel, es decir la demanda desestacionalizada actual; tendencia, que es la tasa de crecimiento o declinación de la demanda para el periodo siguiente, y estacionalidad, que se refiere a las fluctuaciones estacionales predecibles de la demanda.

El componente aleatorio es la parte del pronóstico que se desvía de la parte sistemática. Una compañía no puede (y no debe) pronosticar la dirección del componente aleatorio. Todo lo que una compañía puede pronosticar es el tamaño y la variabilidad del componente aleatorio, que permiten medir el error del pronóstico. El objetivo de pronosticar es filtrar el componente aleatorio (ruido) y estimar el componente sistemático. El error de pronóstico mide la diferencia entre el pronóstico y la demanda real. En promedio, un buen método de pronóstico tiene un error cuyo tamaño es comparable al componente aleatorio de la demanda.

Horizontes de tiempo en los pronósticos.

Los pronósticos usualmente se clasifican por el horizonte de tiempo que abarcan. Los horizontes de tiempo caen en tres categorías:

1. **Pronósticos a corto plazo:** tienen un alcance de hasta un año, aunque generalmente es menor a tres meses. Son empleados para planificar compras, requerimientos de fuerza de trabajo, asignación de tareas y niveles de producción.
2. **Pronósticos a mediano plazo:** generalmente tienen un alcance de tres meses a tres años. Son útiles para planear ventas, producción, presupuestos y planes de operación.
3. **Pronósticos a largo plazo:** generalmente contemplan 3 o más años, son aplicados en la planeación del lanzamiento de nuevos productos, inversión de capital, ubicación de sitios de producción, evaluación de expansión de sitios actuales, investigación y desarrollo de productos.

Los pronósticos de mediano y largo plazo se diferencian de los de corto plazo por tres características principales:

1. Los pronósticos a largo y mediano plazo abordan problemáticas más complejas y sustentan decisiones administrativas con respecto a la planificación de productos, plantas y procesos.
2. Los pronósticos a corto plazo usualmente emplean metodologías diferentes a los pronósticos de mediano y largo plazo. Métodos como medias móviles, suavizamientos exponenciales y extrapolación de tendencias son comunes en las proyecciones a corto plazo. Los métodos no cuantitativos son útiles para hacer frente a problemáticas que implican una proyección a largo plazo.
3. Finalmente, los pronósticos a corto plazo tienden a ser más exactos que los pronósticos a mediano y largo plazo, dado que los factores que influyen en la demanda cambian frecuentemente. De este modo, al alargar el horizonte de tiempo de un pronóstico, se disminuye su exactitud.

La influencia del ciclo de vida del producto.

Otro factor a considerar al desarrollar un pronóstico de venta, especialmente en proyecciones a largo plazo, es la etapa del ciclo de vida del producto. Los productos e incluso los servicios, no se venden a un nivel constante a lo largo de su ciclo de vida. La mayoría de los productos atraviesan cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declive.

Los productos que se encuentran en la introducción y crecimiento, requieren de pronósticos con un mayor horizonte de tiempo, que aquellos que se encuentran en la madurez y en el declive. Los pronósticos que contemplan el ciclo de vida del producto son útiles para proyectar la fuerza laboral requerida, niveles de inventario y capacidad de manufactura conforme el producto atraviesa desde la primera hasta la última etapa.

Tipos de pronósticos.

Las organizaciones emplean tres principales tipos de pronósticos en la planeación de sus operaciones:

1. **Pronósticos económicos:** abordan el ciclo de negocio mediante la predicción de tasas de inflación, fuentes de capital y otros indicadores.
2. **Pronósticos tecnológicos:** se enfocan a los cambios y progresos tecnológicos, los cuales pueden resultar en el lanzamiento de nuevos productos, requiriendo nuevas plantas y equipos.
3. **Pronósticos de la demanda:** son proyecciones del movimiento de los productos y servicios de las compañías en el mercado. También son llamados pronósticos de venta. Dirigen la producción y capacidad de la compañía, lo cual funge como punto de partida de la planeación de personal, la planeación financiera y mercadológica de la compañía.

La importancia estratégica de los pronósticos.

La elaboración de buenos pronósticos es de importancia crítica en todos los aspectos del negocio. Su impacto se enfoca en tres principales actividades:

Recursos humanos:

La contratación, entrenamiento y despido del capital humano depende de la previsión de la demanda. Si el área de recursos humanos debe contratar más personal sin previo aviso, el entrenamiento que reciba el nuevo personal puede ser deficiente, dando lugar a que la calidad de los productos o servicios sea susceptible a decaer.

Capacidad de producción:

Cuando la capacidad es inadecuada, puede resultar en escasez de producto y la consecuente pérdida de oportunidades de negocio, clientes y participación en el mercado. Por el contrario, el exceso de capacidad puede resultar en un incremento de costos.

Gestión de la cadena de suministro.

Las buenas relaciones comerciales con proveedores y la consecuente competitividad en precios de insumos, depende estrechamente de realizar buenos pronósticos.

Siete pasos para elaborar pronósticos sistemáticamente:

1. **Determinar el uso del pronóstico:** decidir sobre qué elementos surtirá efecto el pronóstico, tales como personal, suministros, insumos, compras, producción.
2. **Seleccionar los elementos a ser pronosticados:** determinar los factores que serán proyectados.
3. **Determinar el horizonte de tiempo:** decidir el periodo de tiempo que abordará el pronóstico.
4. **Seleccionar el modelo de pronóstico:** definir la metodología matemática que será empleada. También incluye la aplicación de métodos no cuantitativos, como el juicio, pericia y experiencia de altos ejecutivos.
5. **Obtener la información para realizar el pronóstico:** recopilar los datos a proyectar; desde encuestas a consumidores, colaboradores de la compañía y extraer información de los sistemas que gestionan los recursos de la empresa.
6. **Elaborar el pronóstico.**
7. **Validar e implementar los resultados:** revisar que los datos, el modelo y suposiciones en el pronóstico son válidos. También se incluye la aplicación de medidas de error del pronóstico.

La información empleada en los pronósticos debe ser tomada en intervalos regulares de tiempo y la sistematización de la toma facilitará el cómputo y procesamiento de la misma.

Es importante hacer énfasis en las limitaciones que presentan los pronósticos para hacer frente a las realidades que derivan de ello:

- Los pronósticos raramente son perfectos, lo cual infiere que hay factores externos que no se pueden predecir o controlar y que finalmente impactan en la exactitud del pronóstico.
- La mayoría de las técnicas de pronóstico, asumen que hay cierta estabilidad en el comportamiento del sistema analizado; lo cual propicia la sistematización

para el procesamiento de la información, para que el enfoque se concentre en aquellos elementos que presenten comportamientos erráticos.

- Los pronósticos de familias de productos y pronósticos agregados son más exactos que el análisis de un único elemento o producto.

Enfoque del pronóstico.

Existen principalmente dos enfoques en los pronósticos. El enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Los pronósticos cuantitativos usan una variedad de modelos matemáticos que analizan datos históricos y las variables asociadas a ellos. El análisis cualitativo, incorpora factores subjetivos propios de quien elabora el pronóstico, tales como la experiencia, pericia, juicio e intuición. En la práctica, una combinación de ambos enfoques resulta en los pronósticos más efectivos.

Visión general de los métodos cualitativos.

Se consideran cuatro diferentes técnicas de pronóstico cualitativo:

1. **Consejo de altos ejecutivos:** es una técnica de pronóstico que emplea la opinión de un pequeño grupo de altos ejecutivos para estimar la demanda. Bajo este método, las opiniones de un grupo de expertos y de altos ejecutivos, a menudo en combinación de modelos estadísticos, se reúnen y concilian la estimación de la demanda.
2. **Método Delphi:** es un proceso para realizar pronósticos que permite a un grupo de expertos realizar previsiones. Integra la colaboración de tres tipos de participantes: tomadores de decisiones, personal involucrado en el proceso y clientes de la información. Los tomadores de decisiones usualmente están integrados por grupos de 5 a 10 expertos quienes elaboran el pronóstico. El personal involucrado en el proceso asiste a los tomadores de decisiones preparando, distribuyendo, colectando y resumiendo información. Los clientes de la información son un grupo de personas, generalmente ubicados en diferentes locaciones, cuyos juicios son considerados y proveen inputs a los tomadores de decisiones antes de que el pronóstico sea elaborado.

3. **Composición de fuerza de ventas:** es una técnica de pronóstico basada en los estimados de venta que el equipo comercial espera alcanzar.
4. **Encuestas al consumidor:** es un método de pronóstico que solicita a los clientes y potenciales clientes opiniones acerca de los planes de compra a futuro. Este método no sólo sirve para estimar la demanda, también recaba la información acerca de la percepción de los productos en el mercado.

Visión general de los métodos cuantitativos.

Los métodos cuantitativos generalmente se clasifican en dos categorías:

Modelos asociativos:

Incorporan las variables o factores que influyen en el resultado del pronóstico.

- Regresión lineal

Modelos de series de tiempo:

Los modelos de series de tiempo predicen resultados asumiendo que lo que ocurrirá en el futuro está en función del pasado. Observa lo acontecido en un periodo de tiempo para proyectar una serie de datos.

- Método ingenuo
- Medias móviles
- Suavizamiento exponencial
- Proyección de tendencia

Una serie de tiempo está basada en una secuencia de datos uniformemente espaciados. Los modelos de series de tiempo implican que los valores futuros son estimados sólo por valores pasados y que otras variables, sin importar cuán importantes sean, se ignoren.

Descomposición de series de tiempo.

Analizar series de tiempo implica descomponer los datos del pasado en sus elementos y luego proyectarlos a futuro. Una serie de tiempo se compone de cuatro elementos:

1. **Tendencia:** es el incremento o decremento gradual en el valor de los datos a través del tiempo. Cambios en los ingresos, población, distribución de edades o perspectivas culturales son ejemplos de las causas que pueden provocar dichos cambios.
2. **Estacionalidad:** es un patrón que se repite después de un periodo de días, semanas, meses o trimestres. Hay seis patrones estacionales comunes:

Periodo del patrón	Duración de estacionalidad	Número de estaciones por patrón
Semanal	Día	7
Mensual	Semana	4
Mensual	Día	28
Anual	Trimestre	4
Anual	Mes	12
Anual	Semana	52

Tabla 2.6. Periodos comunes de estacionalidad.

Fuente: Heizer Jay y Render Barry (2008). Forecasting Demand. Operations Management.

3. **Ciclos:** son patrones en el valor de los datos que ocurren cada ciertos años. Están usualmente atados al ciclo del negocio, son de gran relevancia en el análisis de la planificación del negocio a corto plazo. Predecir los ciclos del negocio resulta difícil debido a que puede ser afectado por eventos políticos y económicos fuera del control de la compañía.
4. **Variaciones aleatorias:** son eventos atípicos en la información causados por la casualidad o situaciones inusuales. No muestran un patrón discernible y, por lo tanto, no pueden ser previstos.

Método ingenuo.

Es la forma más simple de realizar pronósticos al asumir que la demanda del siguiente periodo será igual a la demanda del periodo más reciente. Para algunos productos o situaciones muy específicas, el enfoque ingenuo resulta en el método más efectivo

en términos de costos y eficiencia. Su importancia radica en que es el método de referencia para estimar la efectividad de los demás métodos.

La ecuación que describe al método de pronóstico es:

$$F_{t+i} = X_t$$

Donde:

t = periodo actual

i = número de periodos adelantados pronosticados

F_{t+i} = pronóstico del periodo $t+i$

X_t = último valor real en el periodo t

Media móvil.

Un pronóstico de media móvil emplea un número datos recientes para generar el estimado. Son útiles cuando se puede asumir que la demanda en el mercado será estacionaria durante algún tiempo.

Matemáticamente, la media móvil simple, que aplica para estimar la demanda del siguiente periodo, se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Media móvil simple} = \frac{\Sigma \text{demanda en } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

Donde:

n es el número de periodos de la media móvil.

Cuando se presenta una tendencia o patrón notable, la ponderación puede ser empleada para dar más énfasis a los valores recientes. Esta técnica hace que el pronóstico por media móvil sea más responsivo a cambios porque los periodos más recientes tienen una mayor influencia en la estimación. La elección de la ponderación es arbitraria en primera instancia, sin embargo, se pueden emplear algunas herramientas como Solver para encontrar el valor que nos conduzca a la elección de la ponderación que mejor se adapte a la información observada.

La media móvil ponderada se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Media móvil ponderada} = \frac{\sum (\text{ponderación del periodo } \mathbf{n})(\text{demanda en el periodo } \mathbf{n})}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Tanto la media móvil simple como la ponderada, son efectivas para suavizar las fluctuaciones en los patrones de la demanda, para alcanzar estimados estables. Sin embargo, presentan tres problemas:

1. Incrementar el número de periodos n (número de periodos promediados) suaviza las fluctuaciones mejor, lo que hace que el modelo sea menos sensible a cambios reales en los datos.
2. Las medias móviles no toman muy en cuenta las tendencias. Dado que son medias, siempre se encontrarán dentro de los límites superior e inferior de los datos y no preverán valores fuera de dicho rango.
3. Las medias móviles requieren una extensa cantidad de datos.

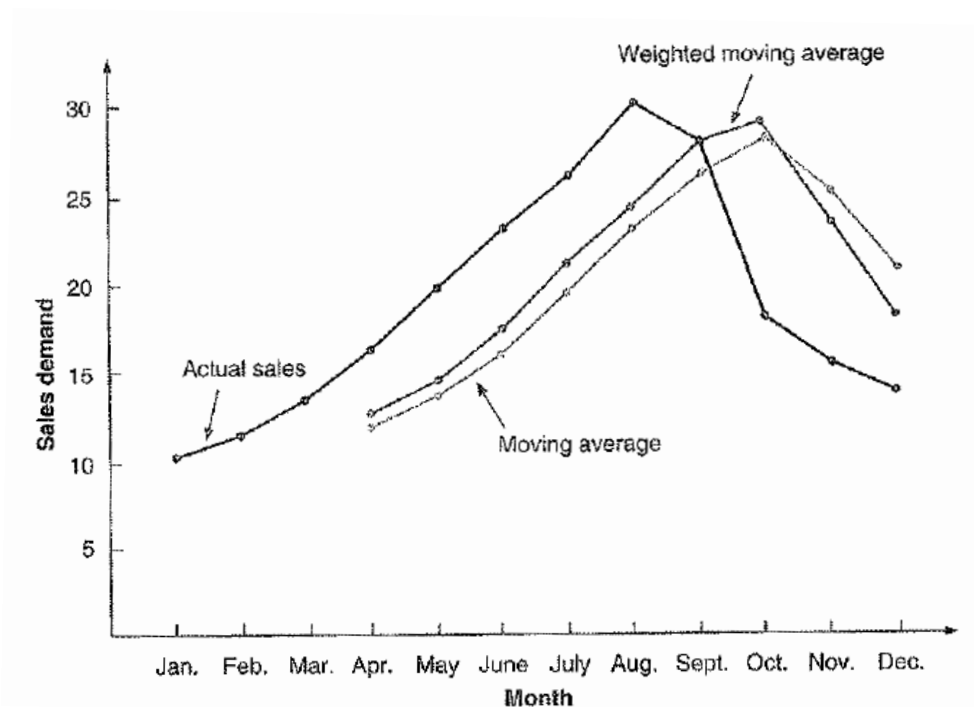


Ilustración 2.3. Ejemplo de comparación entre venta real, media móvil y media móvil ponderada.
Fuente: Heizer Jay y Render Barry (2008). Forecasting Demand. Operations Management.

Suavizamiento exponencial.

El suavizamiento exponencial es una forma más sofisticada de la media móvil ponderada. Involucra mantener una pequeña cantidad de registros pasados. La ecuación que describe la suavizamiento exponencial simple es la siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

α es una ponderación, o constante de suavizamiento, elegida por quien realiza el pronóstico, tiene un valor entre 0 y 1.

F_t es el nuevo pronóstico

F_{t-1} es el pronóstico del periodo previo

A_{t-1} es la demanda real del periodo anterior

El concepto finalmente nos dice que el estimado de la demanda es igual al último estimado ajustado por una fracción de la diferencia entre la demanda real y su estimado anterior.

Altos valores de α implican que la media tiende a variar. Bajos valores de α se emplean cuando la media tiende a ser estable. Sin embargo, midiendo el error en el pronóstico y empleando herramientas de optimización como Solver, se puede hallar fácilmente la constante que mejor se ajuste.

Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia.

El suavizamiento exponencial simple presenta el inconveniente de que no es responsiva a tendencias. Por lo tanto, para realizar proyecciones que contemplen las tendencias de incremento o decremento, deberá agregarse un elemento que considere dicha tendencia.

$$\begin{aligned} & \text{Demanda incluyendo tendencia } (FIT_t) \\ & = \text{Pronóstico suavizado exponencialmente } (F_t) \\ & + \text{Tendencia suavizada exponencialmente } (T_t) \end{aligned}$$

Con el suavizamiento exponencial ajustado por tendencia, los estimados para el promedio y la tendencia son suavizados. El modelo requiere de dos constantes: α para el promedio y β para la tendencia.

$$F_t = \alpha(\text{Demanda real último periodo}) + (1 - \alpha)(\text{Pronóstico último periodo} + \text{Tendencia último periodo})$$

O:

$$F_t = \alpha (A_{t-1}) + (1 - \alpha) (F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(\text{Pronóstico periodo actual} - \text{Pronóstico periodo anterior}) + (1 - \beta)(\text{Tendencia estimada del último periodo})$$

O:

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

donde:

F_t es el pronóstico de suavizamiento exponencial de los datos para el periodo t

T_t es la tendencia de suavizamiento exponencial para el periodo t

A_t es la demanda real en el periodo t

α es la constante de suavizamiento para el promedio ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β es la constante de suavizamiento exponencial para la tendencia ($0 \leq \beta \leq 1$)

Un bajo valor para β toma en cuenta en menor medida a las tendencias recientes y tiende a suavizar la tendencia actual y viceversa, un valor alto para β favorece en mayor medida las tendencias recientes.

El pronóstico por suavizamiento exponencial simple es comúnmente denominado suavizamiento de primer orden, mientras que el pronóstico de suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia es denominado de segundo orden.

Finalmente, los pasos para realizar un pronóstico de tendencia ajustada son:

1. Calcular F_t , el pronóstico de suavizamiento exponencial para el periodo t .
2. Calcular la tendencia suavizada T_t .
3. Calcular el pronóstico incluyendo la tendencia.

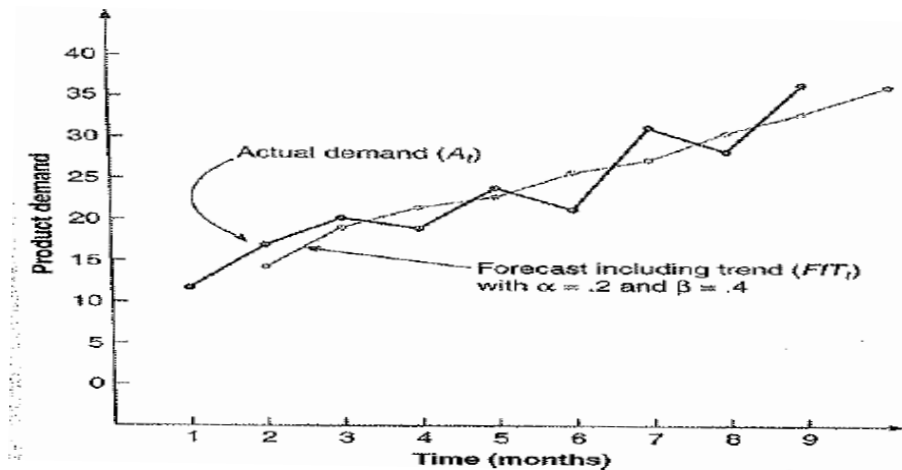


Ilustración 2.4. Ejemplo de pronóstico de suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia.
Fuente: Heizer Jay y Render Barry (2008). Forecasting Demand. Operations Management.

Desviaciones estacionales en la información.

Las variaciones estacionales son incrementos o decrementos regulares en una serie de tiempo que se deben al acontecimiento de eventos recurrentes. La estacionalidad puede ser aplicada en horas, días, semanas, meses o cualquier otro patrón.

La comprensión de las variaciones estacionales es importante para la planificación en la capacidad necesaria para atender picos en la demanda. La presencia de patrones de estacionalidad obliga a realizar ajustes en las tendencias. La estacionalidad se expresa en términos de cuánto varía el valor actual real con respecto al promedio de valores en la serie de tiempo. Analizar la información periódicamente facilita encontrar patrones estacionales.

Una forma común de estimar índices de estacionalidad es el modelo multiplicativo estacional, posteriormente los índices de estacionalidad son multiplicados por la demanda promedio estimada para finalmente generar un pronóstico estacional.

Los pasos para llevarlo a cabo son:

1. Encontrar la demanda media histórica para cada estación, sumando la demanda de la estación para cada periodo y dividiendo entre el número de periodos.
2. Calcular la demanda media de todas las estaciones en el periodo dividiendo la demanda total del periodo entre el número de estaciones.
3. Calcular el índice estacional para cada estación dividiendo la demanda media histórica para cada estación entre la demanda media de todas las estaciones. Para índices estacionales mayores a 1, la demanda en dicha estación será mayor que en las demás estaciones. Para índices menores a 1, implica una demanda menor que las demás estaciones.
4. Estimar la demanda total para el periodo siguiente.
5. Dividir el estimado de la demanda total del periodo siguiente entre el número de estaciones y multiplicar cada estación por su índice estacional.

Variaciones cíclicas en la información.

Las variaciones cíclicas en la información son patrones en la información que se repiten cada ciertos años. Se asemejan a las variaciones estacionales, sin embargo, los ciclos involucran una serie de factores económicos y políticos a través de los años. Estos factores incluyen expansiones nacionales o de toda de toda la industria en tiempos de euforia y contracciones en tiempos de incertidumbre. El pronóstico de la demanda para productos individuales puede también ser dirigido por el ciclo de vida del producto.

Suavizamiento adaptativo.

Es un enfoque de suavizamiento exponencial en el cual la constante de suavizamiento es cambiada automáticamente cambiada para mantener los errores al mínimo. Las constantes alpha y beta son modificadas para minimizar el error de la señal de rastreo.

Pronóstico de enfoque.

Con el uso de computadoras, se prueban diferentes modelos y se selecciona el que se ajuste mejor a la aplicación en particular. Se basa en dos principios:

1. Los métodos sofisticados no siempre son mejores que los modelos simples.
2. No hay una única técnica que deba ser empleada para todos los productos.

El origen de este enfoque se atribuye a Bernard Smith, quien encontró que los compradores no confiaban ni entendían en los modelos de suavizamiento exponencial y se abocaron a realizar aproximaciones simples por su cuenta.

Smith eligió probar siete modelos de pronóstico, desde las aproximaciones ingenuas hasta los modelos estadísticos. Cada mes, se aplicaban los siete modelos a cada elemento en el inventario. En estas pruebas, los valores pronosticados fueron extraídos de la más reciente demanda, para obtener un error del pronóstico. El método que resulte en el menor error, era el seleccionado por la computadora, el cual se aplicaba en el pronóstico del mes siguiente, proporcionando excelentes resultados.

Medición de error en el pronóstico.

La exactitud del modelo de pronóstico, sea cual sea, puede ser determinado comparando los valores pronosticados contra los valores reales. El error o desviación del pronóstico se define como:

$$\textit{Error en el pronóstico} = A_t - F_t$$

Donde:

A_t representa la demanda real

F_t el valor pronosticado.

En la práctica se emplean diferentes métricas para calcular el error de un pronóstico. Dichas medidas pueden ser empleadas para comparar diferentes modelos de pronóstico y para monitorear el desempeño del modelo empleado.

Principalmente se emplean tres medidas para cuantificar el error en los pronósticos:

- Desviación media absoluta (MAD por sus siglas en inglés, Mean Absolute Deviation).
- Error cuadrático medio (MSE por sus siglas en inglés, Mean Squared Error).
- Error medio absoluto porcentual (MAPE por sus siglas en inglés, Mean Absolute Percent Error).

Desviación media absoluta.

Es una medida general del error de pronóstico para un modelo. Se calcula tomando la suma de los valores absolutos de errores individuales del pronóstico y dividiéndolos entre la cantidad de períodos de la información.

$$MAD = \frac{\Sigma |Demanda\ real - Demanda\ pronosticada|}{n}$$

Error cuadrático medio.

Es la media del cuadrado de las diferencias entre los valores pronosticados y los reales.

$$MSE = \frac{\Sigma (Error\ en\ el\ pronóstico)^2}{n}$$

Una desventaja de emplear el error medio cuadrático es que tiende a acentuar las desviaciones mayores debido al término cuadrático. Sin embargo, el uso del error medio cuadrático como medida de error de un pronóstico, sugiere que es preferible tener varias pequeñas desviaciones en lugar de tener una o varias grandes desviaciones.

Error porcentual absoluto medio.

Surge del problema que presentan la desviación absoluta media y el error cuadrático medio, el cual consiste en que los valores que arrojan están condicionados a las dimensiones y magnitudes del elemento a ser pronosticado. Para evitar tal error, se emplea el error porcentual absoluto medio, que es la media de la diferencia absoluta entre los valores pronosticados y los reales, expresado como un porcentaje de los valores reales.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 * |Demanda\ real_i - Demanda\ pronosticada_i| / Demanda\ real_i}{n}$$

De esta forma, el error porcentual absoluto medio es la medida de error más fácil de interpretar, independientemente del elemento, dimensión o magnitud que se emplee en el pronóstico. (Heizer & Render)

Selección de la mejor constante de suavizamiento.

Cuando se utilizan los métodos que emplean constantes de suavizamiento (alpha, beta o gamma), el valor de la constante seleccionada tiene un impacto directo en la sensibilidad del pronóstico ante los datos recientes para el caso de alpha, en la sensibilidad a la tendencia de los datos recientes para el caso de beta y en la sensibilidad a la estacionalidad para el caso de gamma.

En general, es mejor seleccionar constantes de suavizamiento que minimicen el término de error cuadrático medio. El uso de herramientas de optimización como Solver, facilita la minimización del término de error.

Método Box-Jenkins / ARIMA

Los enfoques de pronóstico de atenuación exponencial, del análisis de correlación y de regresión, y del análisis de descomposición de series de tiempo, asumen que los

valores de la serie que se pronostica son independientes estadísticamente o no relacionados entre sí. Las técnicas de Box - Jenkins aplican métodos autorregresivos y de promedio móvil a problemas de pronóstico de series de tiempo.

Los modelos de promedio móvil autorregresivo integrado (ARIMA: Autoregressive Integrated Moving - Average) producen pronósticos con base en una síntesis de los patrones históricos en los datos, ignoran por completo a las variables independientes en la formulación de pronósticos. Los modelos ARIMA o modelos de pronóstico móvil autorregresivo integrado son un tipo general de los modelos de Box - Jenkins para series de tiempo estacionarias.

ARIMA es un método altamente refinado de ajuste de curvas que utiliza valores reales y anteriores de la variable dependiente, para producir pronósticos precisos de corto plazo. La metodología ARIMA es apropiada si las observaciones de una serie histórica son dependientes estadísticamente o si están relacionadas entre sí.

El rol de la TI en el pronóstico.

Existe un rol natural para la TI en el pronóstico, dada la gran cantidad de datos implicados, la frecuencia con la cual se lleva a cabo el pronóstico, y la importancia de obtener los resultados de la más alta calidad posible. Los módulos comerciales de planeación de la demanda vienen con una variedad de algoritmos de pronóstico, los cuales pueden ser bastante avanzados y suelen entregar un pronóstico más preciso que el producido con el uso de un paquete general como Excel.

La mayoría de las aplicaciones de planeación de la demanda hacen que sea bastante fácil probar los diversos algoritmos de pronóstico contra datos históricos para determinar el que mejor se ajuste a los patrones de la demanda observados. La disponibilidad de varias opciones de pronóstico es importante debido a que los diferentes algoritmos de pronóstico proporcionan diferentes niveles de calidad dependiendo de los patrones de la demanda real.

Planeación, pronosticación y reabastecimiento colaborativo (CPFR).

La Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS) Association ha definido a la CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) como una práctica de negocio que combina la inteligencia de múltiples socios en la planeación y cumplimiento de la demanda del cliente. La CPFR exitosa se puede construir sólo a partir que las partes involucradas intercambien información y establezcan normas para ello.

Los vendedores y compradores en una cadena de suministro pueden colaborar a lo largo de todas o de cualquiera de las cuatro siguientes actividades de la cadena de suministro:

1. Estrategia y planeación. Los socios determinan el alcance de la colaboración y asignan roles, responsabilidades y punto de verificación claros. En un plan de negocio conjunto, luego identifican eventos significativos como promociones, nuevas introducciones de producto, aperturas/cierres de tiendas y cambios en la política de inventarios que afectan la demanda y la oferta.
2. Administración de la demanda y la oferta. Un pronóstico de ventas colaborativo proyecta la mejor estimación de los socios de la demanda en el punto de venta. Éste luego se convierte en un plan colaborativo que determina los futuros pedidos y los requerimientos de entrega con base en pronósticos de ventas, posiciones del inventario y tiempos de espera de reabastecimiento.
3. Ejecución. Conforme los pronósticos se confirman, se convierten en pedidos reales. El cumplimiento de estos pedidos implica entonces la producción, el envío y el almacenamiento de productos.
4. Análisis. Las tareas de análisis clave se enfocan en identificar excepciones y evaluar métricas que se utilizan para confirmar el desempeño o identificar tendencias.

Un aspecto fundamental de la colaboración exitosa es la identificación y resolución de excepciones. Estas se refieren a una brecha entre los pronósticos hechos por los dos lados o alguna otra métrica de desempeño que se está saliendo de los objetivos o es probable que salga de los límites aceptables. Estas métricas pueden incluir

inventarios que exceden los objetivos o disponibilidad de producto que se queda por debajo de los objetivos.

Inventario.

El inventario en la cadena de suministro existe debido al desajuste entre la oferta y la demanda. Este desajuste es intencional cuando es económico fabricar grandes lotes que luego se almacenan para venderlos en el futuro o cuando el inventario se mantiene en previsión de la demanda futura. Un importante rol que el inventario desempeña en la cadena de suministro es incrementar la demanda que se puede satisfacer teniendo el producto listo y disponible cuando el cliente lo desea. Otro rol significativo que el inventario desempeña es reducir el costo explotando las economías de escala que puedan existir durante la producción y la distribución.

El inventario afecta los activos que se conservan, los costos en que se incurre, y la capacidad de respuesta provista en la cadena de suministro. Los altos niveles de inventario en una cadena de suministro mejoran la capacidad de respuesta, pero también deja vulnerable a la necesidad de rebajas, al reducir márgenes de utilidad. Los bajos niveles de inventario mejoran las rotaciones de este, pero pueden dar lugar a ventas perdidas si los clientes no pueden encontrar los productos que desean comprar.

Rol en la estrategia competitiva.

La forma, ubicación y cantidad del inventario permiten que una cadena de suministro varíe de ser de bajo costo a una de mucha capacidad de respuesta. Las grandes cantidades de inventario de productos terminados cercanas a los clientes permiten que una cadena de suministro tenga capacidad de respuesta, pero a un costo alto. El inventario centralizado en forma de materia prima permite a una cadena de suministro reducir el costo, pero a expensas de la capacidad de respuesta. El objetivo de un buen diseño de cadena de suministro es encontrar la forma correcta, la ubicación, y

la cantidad de inventario que ofrezcan el nivel correcto de capacidad de respuesta al menor costo posible.

Componentes de las decisiones relacionadas con el inventario.

Inventario de ciclo: El inventario de ciclo es la cantidad promedio de inventario utilizado para satisfacer la demanda entre recepciones de embarques del proveedor. El tamaño del inventario de ciclo depende de la producción, el transporte o la compra de material en grandes lotes. Las compañías producen o compran en grandes lotes para explorar las economías de escala en el proceso de producción, transporte y compras. El incremento del tamaño de lote, sin embargo, conlleva un incremento de los costos de manejo. El compromiso a enfrentar es el costo de mantener grandes lotes de inventario (cuando el inventario de ciclo es alto) frente al costo de pedir producto con frecuencia (cuando el inventario de ciclo es bajo).

Inventario de seguridad: El inventario de seguridad es el que se mantiene en caso de que la demanda exceda las expectativas, se mantiene para contrarrestar la incertidumbre. Como la demanda es incierta y puede exceder las expectativas, las compañías mantienen el inventario de seguridad para satisfacer demandas inesperadamente altas. La selección del inventario de seguridad implica hacer el compromiso entre los costos de tener demasiado inventario y los costos de perder ventas por no tenerlo.

Inventario estacional: El inventario estacional se acumula para contrarrestar la variabilidad estacional predecible de la demanda. Las compañías que utilizan inventario estacional lo acumulan en periodos de baja demanda y lo guardan para periodos de alta demanda cuando no tengan la capacidad de producir lo necesario para satisfacer la demanda. La decisión clave es determinar si acumular inventario estacional, y si lo hacen, decidir qué tanto acumular. Si una compañía puede cambiar con rapidez la tasa de su sistema de producción a un costo muy bajo, entonces quizá no requiera el inventario estacional, porque el sistema de producción puede ajustarse a un periodo de alta demanda sin incurrir en grandes costos. Sin embargo, si el cambio de la tasa de producción es caro (por ejemplo, cuando se debe contratar o

despedir trabajadores), entonces sería sensato que la compañía estableciera una tasa de producción estable y acumulara su inventario durante periodos de baja demanda. Por consiguiente, el compromiso es determinar cuánto inventario estacional acumular y el costo de manejar el inventario estacional adicional frente al costo de tener una tasa de producción más flexible.

Nivel de disponibilidad del producto: El nivel de disponibilidad del producto es la fracción de la demanda que se satisface a tiempo con producto mantenido en el inventario. Un alto nivel de disponibilidad de producto permite un alto nivel de capacidad de respuesta, pero incrementa el costo porque se mantiene mucho inventario que rara vez se utiliza. Por el contrario, un bajo nivel de disponibilidad de producto reduce el costo de mantener el inventario, pero el resultado es una mayor fracción de clientes que no son atendidos a tiempo. El compromiso cuando se determina el nivel de disponibilidad del producto es entre el costo del inventario para incrementar la disponibilidad del producto y la pérdida por no atender a los clientes a tiempo.

Métricas relacionadas con el inventario: Las decisiones relacionadas con el inventario afectan el costo de los productos vendidos, el ciclo efectivo a efectivo, y los activos mantenidos por la cadena de suministro y su capacidad de responder a los clientes. Se debe dar seguimiento a las métricas relacionadas con el inventario que influyen en el desempeño de la cadena de suministro, y que se enuncian a continuación:

- **Inventario promedio:** mide la cantidad promedio de inventario mantenido. El inventario promedio debe medirse en unidades, días de demanda, y valor financiero.
- **Rotaciones de inventario:** miden el número de veces que el inventario rota en un año. Es la razón del inventario promedio al costo de los productos vendidos o las ventas.
- **Días de inventario:** identifica los productos de los cuales la empresa mantiene un alto nivel de inventario. Esta métrica puede usarse para identificar productos con sobreoferta o para identificar razones que justifiquen el inventario alto, como descuentos de precios o un movimiento lento.

- **Tamaño del lote de reabastecimiento promedio:** mide la cantidad promedio en cada pedido de reabastecimiento. La unidad de control de existencias debe medir el tamaño del lote en términos tanto de unidades como de días de demanda. Se puede calcular promediando con base en el tiempo la diferencia entre el inventario máximo y mínimo (medido en cada ciclo de reabastecimiento) disponibles.
- **Inventario de seguridad promedio:** mide la cantidad promedio de inventario disponible cuando llega un pedido de reabastecimiento. La unidad de control de existencias debe medir el inventario de seguridad promedio tanto en unidades como en días de demanda. Se puede calcular, promediando con base en el tiempo, el inventario mínimo disponible en cada ciclo de reabastecimiento.
- **Inventario estacional:** mide la diferencia entre el flujo de entrada del producto (tanto del inventario de ciclo como del de seguridad) y sus ventas, que se compra sólo para atender los incrementos repentinos anticipados de la demanda.
- **Tasa de surtido (pedido/caja):** mide la fracción de pedidos/demandas que se atendió a tiempo con el inventario. La tasa de surtido no debe promediarse con base en el tiempo sino con base en un número especificado de unidades de demanda.
- **Tiempo sin inventario:** mide la fracción de tiempo que un artículo tuvo inventario cero. Esta fracción puede usarse para estimar las ventas perdidas durante el periodo sin inventario.
- **Inventario obsoleto:** mide la fracción del inventario que sobrepasó una fecha específica.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Definición y delimitación del problema.

La industria farmacéutica es uno de los sectores más competidos en cuanto a participantes, oferta de productos, demanda de consumidores y participación en el mercado. Las empresas del sector farmacéutico, en general logran crecer al alcanzar más canales de venta y lanzar más productos al mercado. Además, buscan incrementar su participación en el mercado a través de la promoción de productos con visitadores médicos tanto con profesionales de la salud como en puntos de venta.

La competitividad de los precios, la disponibilidad de producto, la correcta segmentación de médicos y la adecuada promoción de productos, son factores clave para incrementar la participación en el mercado. Dichos factores, están relacionados con la planeación de la demanda, lo cual hace de crucial importancia la correcta elaboración de la misma.

La industria farmacéutica es uno de los sectores más estudiados desde el punto de vista de la inteligencia de mercados. Dichos análisis, permiten monitorear la cantidad de recetas que los médicos expiden a sus pacientes con respecto a un producto específico y que posteriormente llegan a punto de venta, logrando cuantificar las prescripciones y ventas efectivas de cada producto.

La industria farmacéutica se encuentra adoptando e implementando la planeación colaborativa en sus procesos de gestión de la cadena de suministro, esta práctica consiste en compartir información, necesidades y oportunidades tanto con proveedores y clientes en distintos niveles con el objetivo de:

- Disminuir los costos de inventario.
- Disminuir el tiempo de respuesta en la cadena de suministro.
- Mitigar el desabasto de productos.
- Evitar inventarios excesivos.
- Optimizar la gestión del capital de trabajo.

Al contar con información del desplazamiento de productos tanto en el canal como en el mercado, es factible realizar pronósticos con base a la información histórica con la que se cuenta gracias a los proveedores de servicios de inteligencia de mercado, al sistema de planificación colaborativa y a los propios sistemas de gestión de recursos de la compañía; dando pauta a una mejor planeación de la demanda, en el que se visualice y traduzca de forma integral todas las necesidades del mercado a producción, logrando así hacer a la empresa más competitiva en áreas importantes:

- **Cadena de suministro:**

- Disminuir el tiempo de respuesta ante variaciones atípicas de demanda.
- Obtener mejores precios en insumos y materias primas al mejorar la planeación de compras.
- Disminuir costos logísticos.
- Disminuir costos de inventarios.
- Aumento de rotación de inventarios.
- Contar con inventarios adecuados en el canal.
- Garantizar el suministro de producto.
- Disminuir el desabasto de producto.
- Incrementar la cobertura de puntos de venta.

- **Producción**

- Disminuir la cantidad de producto enviado a destrucción.
- Mejorar la planeación de fabricación.
- Disminuir la variación en fechas de entrega de producto.

- **Comercial**

- Establecer metas alcanzables de venta.
- Disminuir ofertas innecesarias.
- Lograr un crecimiento natural de la venta.
- Fortalecer relaciones comerciales con clientes.

- **Marketing**

- Mejorar el impacto de promoción de los visitadores médicos.
- Mejorar la planeación de acciones trade marketing.
- Incentivar que los médicos prescriban productos de la compañía.

- **Finanzas**

- Disminuir la devaluación de venta bruta con ofertas y devoluciones.

- Disminuir salidas de capital al reducir la incidencia de envío de producto a destrucción.
- Evitar subsidiar ofertas en productos cuyo margen operativo no alcanza a cubrir mitigando la rentabilidad de otros productos.

¿Qué voy a investigar?

Con base a lo anterior pretendo mejorar el proceso de pronósticos de la demanda realizando e integrando pronósticos de series de tiempo de las ventas del medicamento Pargeverina y Clonixinato de Lisina en tres niveles:

- Venta directa a distribuidores.
- Venta de distribuidores a cadenas de farmacias y farmacias independientes.
- Venta a consumidores en punto de venta.

Cuyo análisis también involucra considerar las necesidades de inventario para cada uno de los niveles, como se describen a continuación:

- Cobertura de planta para venta interna: 6 meses de inventario con respecto a venta media.
- Cobertura de distribuidores: 60 días de inventario con respecto a venta media, ya que en general, los distribuidores le pagan a la farmacéutica a 90 días.
- Cobertura de punto de venta: 30 días de inventario con respecto a venta media, ya que en general, las cadenas de farmacias pagan a los distribuidores a 60 días.

4. PROPUESTA

Se analiza la demanda real de un medicamento desde enero de 2016 hasta septiembre de 2020 desde tres perspectivas dentro del canal de venta, con el fin de contrastar la importancia de una planeación integrada que contemple niveles adecuados de inventarios para todos los puntos de la cadena.

El medicamento analizado consiste en Pargeverina / Clonixinato de Lisina, el cual es un analgésico en afecciones del aparato digestivo como:

- Síndrome espástico doloroso, esofágico, gástrico, pilórico y colitis.
- Afecciones de las vías biliares: colitis hepática, colecistitis, síndrome poscolecistectomía.
- Cólicos renales y ureterales, cistiti y cistopielitis, litiasis renal o ureteral.

La venta de este medicamento sólo puede efectuarse al contar con receta médica, ya que, de acuerdo a su registro, se encuentra clasificado en el Grupo IV de la Ley General de la Salud. La Ley General de la Salud estipula que los medicamentos clasificados en el Grupo IV son: *“Medicamentos que para adquirirse requieren receta médica, pero que pueden resurtirse tantas veces como el médico los prescriba.”*

El análisis de los datos de ventas se realizará para tres niveles del proceso comercial:

- Las ventas de la compañía a distribuidores.
- Las ventas de distribuidores a cadenas de farmacias y farmacias independientes.
- Las ventas efectuadas en punto de venta al consumidor final.

Consideraciones:

- Este trabajo considera piezas como unidad de medida para el análisis, debido a que cuantificar dinero implicaría una fuente de sesgo dado que el precio del producto se somete a incrementos de 2 a 3 veces al año, lo cual supondría observar falsos incrementos debido al cambio de precio del producto con respecto a un periodo anterior.

- Los datos presentados en este trabajo de investigación han sido modificados por temas de confidencialidad, sin embargo, se respeta la tendencia y estacionalidad de los mismos.
- Se tomará como promedio 30 días de venta para cada mes.
- Los lotes de producción cuentan con 24 meses de vida útil, sin embargo, los mayoristas y cadenas de farmacias no compran producto con menos de 12 meses de caducidad.
 - El producto con tiempo de vida útil de 6 a 12 meses de caducidad, se pueden comercializar bajo condiciones especiales como ofertas y descuentos.
 - El producto con tiempo de vida útil de 1 a 6 meses puede ser donado a fundaciones y organizaciones sin fines de lucro, que estén debidamente dadas de alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para que la compañía pueda hacerse de un beneficio fiscal.
 - El producto con menos de 1 mes de caducidad, deberá ser enviado a un tercero certificado para la destruirse. Lo cual implica salida de capital de la empresa.

A continuación, se presenta el análisis de modelos de la previsión de la demanda de cada uno de los niveles del canal de venta.

Venta de la compañía farmacéutica a distribuidores:

Métodos	Jerarquía modelo	RMSE	MAD	MAPE
SARIMA(0,1,1)(2,0,0)	1	3,417	2,545	30.29%
Multiplicativo de Holt-Winters	2	3,960	3,160	38.40%
Aditivo estacional	3	4,075	3,269	39.16%
Multiplicativo estacional	4	4,085	3,277	38.69%
Aditivo de Holt-Winters	5	4,287	3,494	45.66%
Promedio móvil simple	6	4,647	3,536	47.97%
Suavizado exponencial doble	7	4,690	3,620	50.55%
Suavizado exponencial simple	8	4,695	3,660	50.43%
Promedio móvil doble	9	4,811	3,657	44.24%

Tabla 4.1. Evaluación de modelos de pronóstico para venta interna.
Elaboración propia.

La tabla 4.1 es el resultado de la evaluación realizada por el software Crystal Ball para la elección del mejor modelo de pronóstico para la venta de la compañía farmacéutica hacia distribuidores.

La evaluación ha dado como resultado el empleo del método SARIMA (Método Autorregresivo Integrado de Media Móvil Estacional) como el modelo que mejor describe las ventas históricas reales con respecto a la raíz cuadrada del error cuadrático medio, el cual ha sido seleccionado como la medida de error del pronóstico de acuerdo a la literatura.

Otra medida de error de pronóstico cuya interpretación es más sencilla, debido a que es independiente a las dimensiones del sistema analizado, es el error porcentual absoluto medio, el cual fundamentalmente cuantifica en términos de porcentaje la exactitud del modelo. Para el análisis de este nivel del canal de venta el modelo SARIMA resulta con el menor error en ambas medidas.

En el siguiente gráfico, se ilustra la venta real histórica desde enero de 2016 hasta septiembre de 2020 en color azul, el pronóstico de ventas con base al modelo SARIMA a partir de octubre 2020 a diciembre 2021 en color rojo.

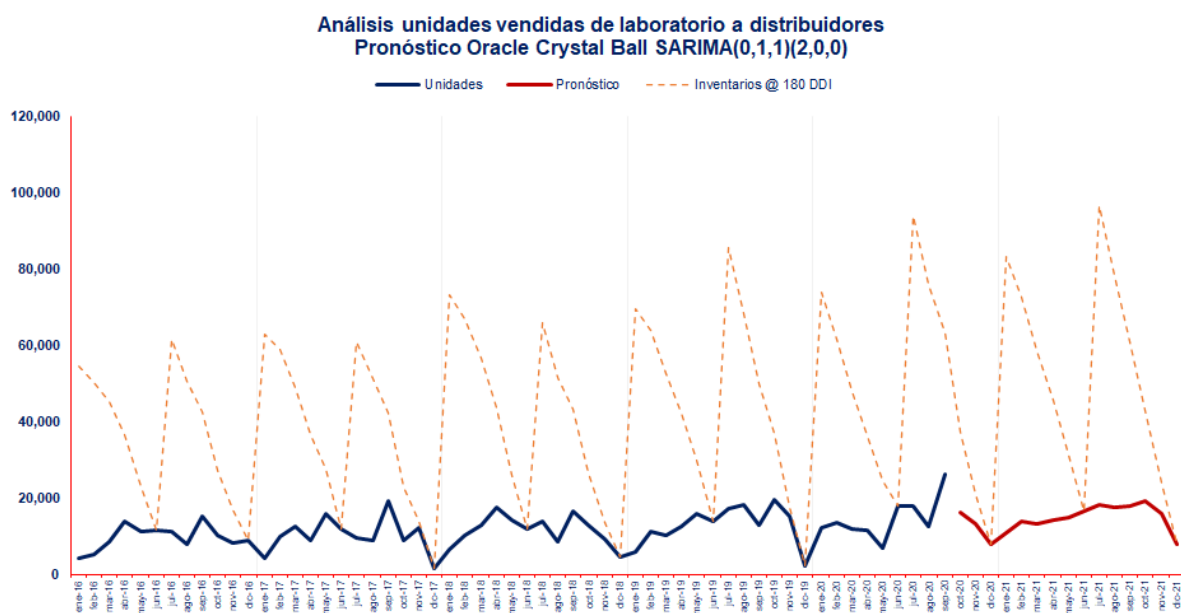


Gráfico 4.1. Pronóstico de venta de unidades del laboratorio a distribuidores octubre 2020 – diciembre 2021.

Elaboración propia.

Por otro lado, la línea punteada de color naranja, ilustra el comportamiento que teóricamente debería seguir la planeación de la producción, la cual se detalla a continuación:

Se ha estipulado que la fabricación en planta deberá cubrir la venta interna de la compañía por los próximos 6 meses (180 días de inventario) por lo que las cumbres de la gráfica representan la fabricación de lotes de producto y los puntos subsecuentes representan el inventario remanente después de haber cubierto la demanda estimada.

Nótese que, al sexto mes de cada ciclo de producción, el inventario empata con la demanda pronosticada, de tal forma que la flexibilidad de cobertura del inventario está en función de la exactitud del modelo de pronóstico y del consumo de inventario que se observa a través de los 6 meses.

Contar con un periodo holgado de cobertura, facilita la planeación de fabricación de producto, brindando flexibilidad ante fluctuaciones en la demanda, siendo los casos posibles los siguientes:

- Demanda mayor a la prevista: adelantar producción conforme a la venta observada durante los meses anteriores, incrementar la cantidad de lotes fabricados, así como gestionar la compra de materia prima y disponibilidad de equipos.
- Demanda menor a la prevista: conforme a qué tan marcada sea la disminución de la demanda, deberá evaluarse aplazar la fabricación de producto (con el fin de que el tiempo de vida del medicamento no sea un impedimento para su comercialización a futuro) o disminuir la cantidad de lotes fabricados en la próxima producción. De igual forma, facilita la planeación y gestión de materias primas y equipos.

Actualmente, la planeación de la producción se realiza con base al cumplimiento del presupuesto de venta de la compañía. A pesar de que lo anterior, dota de igual forma de un itinerario de fabricación del producto en planta, éste no necesariamente satisface la demanda real del mercado. Adicionalmente no se toma en cuenta el desempeño histórico y actual de la venta del producto, lo cual ha implicado que se

fabrique medicamento que no sale de la planta y se destruye directamente. Entre 0.5% y 1% del lote se destina a destrucción por baja rotación y rechazo por mal estado del producto.

Venta de distribuidores a cadenas de farmacias:

Métodos	Jerarquía modelo	RMSE	MAD	MAPE
Multiplicativo de Holt-Winters	1	2,559	1,981	19.80%
SARIMA(0,1,1)(1,0,0)	2	2,608	1,771	16.70%
Aditivo de Holt-Winters	3	2,630	1,923	18.92%
Multiplicativo estacional	4	2,768	2,075	20.13%
Aditivo estacional	5	2,821	1,989	19.22%
Promedio móvil doble	6	3,548	2,577	21.71%
Suavizado exponencial doble	7	3,556	2,527	25.60%
Suavizado exponencial simple	8	3,559	2,523	25.44%
Promedio móvil simple	9	3,604	2,593	25.34%

Tabla 4.2. Evaluación de modelos de pronóstico para ventas de distribuidores a cadenas de farmacias.

Elaboración propia.

La tabla 4.2 presenta la particularidad de ubicar al modelo SARIMA como el segundo que mejor describe la información histórica de ventas de los distribuidores a cadenas de farmacias y farmacias independientes, con base a la raíz cuadrada del error cuadrático medio. Con el fin de hacer un análisis bajo los mismos parámetros y que de acuerdo a que las otras dos medidas de error del modelo (desviación media absoluta MAD y el error porcentual absoluto medio MAPE) determinan que el modelo SARIMA describe de mejor forma los datos, se ha optado por éste como el método para continuar con el análisis.

Es importante destacar que la previsión es más exacta, al registrar un error porcentual absoluto medio de 16.70% con respecto a la misma medida de error que se observó para la venta del laboratorio a mayoristas cuyo registro fue de 30.29%.

Lo anterior, refleja una de las premisas que se desarrollaron en el marco teórico con respecto a *cuanto más arriba está una compañía en la cadena de suministro (o más lejos del consumidor), mayor será la distorsión de la información que reciba. Como resultado, cuanto más arriba se encuentre una compañía en la cadena de suministro,*

más grande será el error de pronóstico; como de igual forma se podrá observar en el análisis que se realice de las ventas de farmacias a pacientes.

En el siguiente gráfico, se ilustra de color azul la venta real histórica de los distribuidores a cadenas de farmacias y farmacias independientes, de color rojo la previsión de la venta con el modelo SARIMA y de color naranja el comportamiento que teóricamente debería mostrar el inventario de acuerdo a la práctica común de 60 días de cobertura con respecto a la venta prevista.

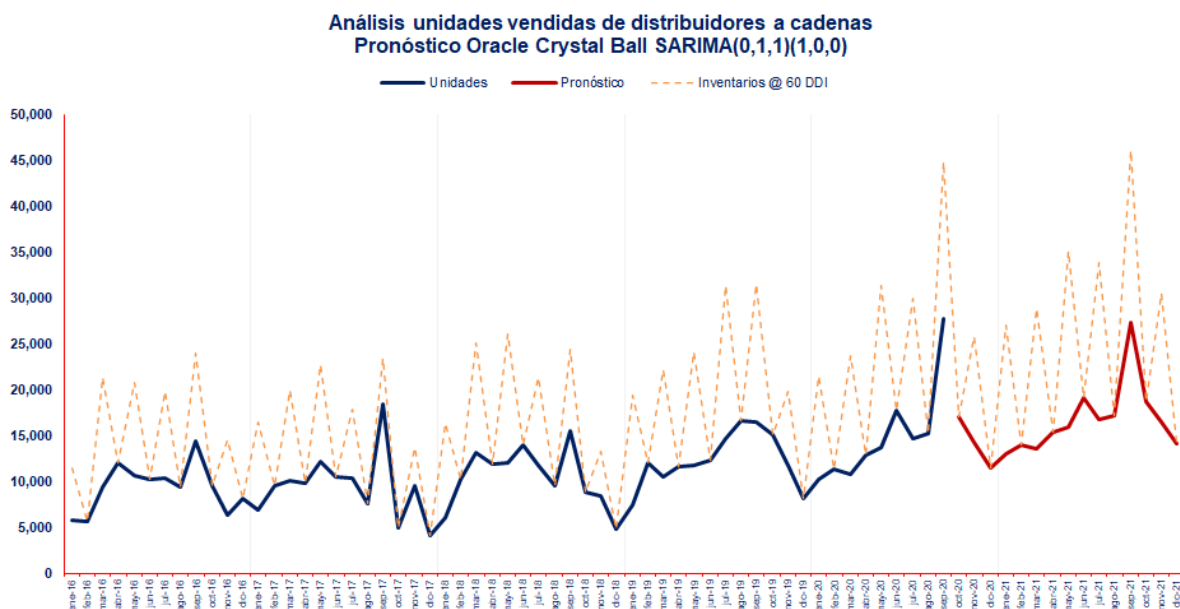


Gráfico 4.2. Pronóstico de venta de unidades de distribuidores a cadenas de farmacias y autoservicios octubre 2020 – diciembre 2021. Elaboración propia.

Es importante destacar que la venta real ya presenta patrones estacionales. El principal, de forma más marcada en septiembre y el segundo para el periodo comprendido entre junio y agosto. Lo cual, a pesar de ser un medicamento cuya prescripción no está aunado a una enfermedad subyacente, se deberá contemplar para dar cabal abasto a la demanda en este punto del proceso comercial.

El aprovechamiento de estos incrementos de demanda, puede ser oportuno desde tres áreas clave de la compañía:

- Comercial: los gerentes de cuenta clave deberán negociar ofertas con las cadenas y farmacias independientes para hacer al producto más accesible

para los consumidores, bajo el supuesto de que los competidores también presenten algún incremento en la demanda en el mismo periodo.

- Cadena de suministro: asegurar que las compras de los distribuidores estén alineadas a la demanda prevista de las cadenas de farmacias y contar con producto en las sucursales de los mayoristas.
- Marketing / visitantes médicos: reforzar la promoción del producto con profesionales de la salud para incrementar la prescripción del medicamento y buscar ganar participación en el mercado.

Actualmente, buena parte de las ofertas negociadas con las cadenas de farmacias son empleadas para desfogar inventario rezagado y evitar devoluciones de producto. La flexibilidad que brinda la planeación holgada de la demanda de las cadenas de farmacias permite diseñar y aprovechar oportunidades de negocio aunadas al incremento observado y proyectado de la demanda, así como mejorar la planificación de distribución y abasto del producto, logrando mejorar la tasa de nivel de servicio tanto del laboratorio como de los distribuidores con las cadenas.

Venta de farmacias a consumidores:

Métodos	Jerarquía método	RMSE	MAD	MAPE
SARIMA(0,1,0)(2,0,2)	1	1,169	770	6.58%
Multiplicativo de Holt-Winters	2	1,351	1,001	8.52%
Multiplicativo estacional	3	1,373	998	8.17%
Aditivo de Holt-Winters	4	1,379	961	7.98%
Aditivo estacional	5	1,383	969	8.01%
Suavizado exponencial doble	6	1,513	1,014	8.74%
Suavizado exponencial simple	7	1,513	1,014	8.73%
Promedio móvil simple	8	1,547	1,038	9.05%
Promedio móvil doble	9	1,889	1,320	11.23%

Tabla 4.3. Evaluación de modelos de pronóstico para punto de venta a consumidores.
Elaboración propia.

En la tabla 4.3 nuevamente se observa la clasificación de modelos de pronóstico efectuada por Crystal Ball, ahora para el análisis de la venta de las farmacias hacia los consumidores finales.

El modelo SARIMA nuevamente resulta ser el método que mejor describe la información real histórica, dado que registra la menor raíz cuadrada del error cuadrático medio, lo mismo que para las demás medidas de error.

El error porcentual medio absoluto para la venta de cadenas a público registra un valor de 6.58 %, lo cual se alinea a las observaciones que se realizaron en el análisis de la venta de distribuidores a cadenas, con respecto a que mientras más cerca se realicen las mediciones más exactas serán éstas.

En el siguiente gráfico, se ilustra de color azul la venta real histórica de los farmacias a público en general, de color rojo la previsión de la venta con el modelo SARIMA y de color naranja el comportamiento que teóricamente debería mostrar el inventario de acuerdo a la práctica común de 45 días de cobertura con respecto a la venta prevista.

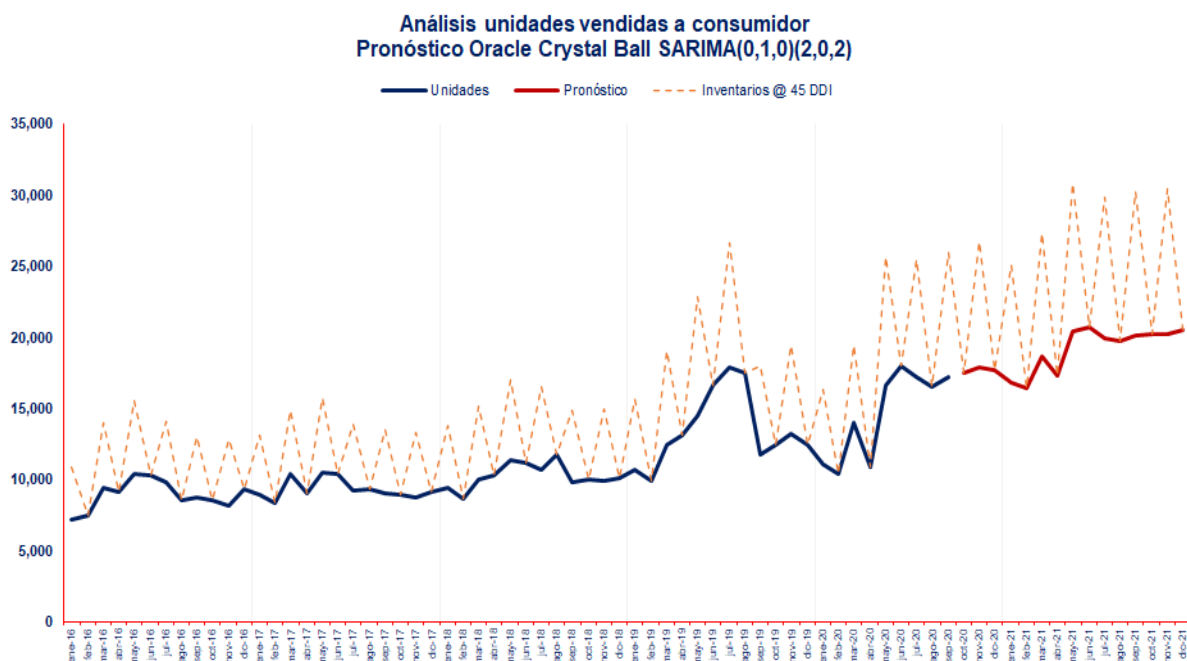


Gráfico 4.3. Pronóstico de venta de unidades en punto de venta a consumidores octubre 2020 – diciembre 2021. Elaboración propia.

Es importante destacar que para la venta de farmacias a público en general, no se denotan patrones de estacionalidad en la información analizada, sin embargo, sí se observa una tendencia de incremento de ventas a partir de 2019, lo cual puede implicar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- El mercado y consumo de la Pargeverina y Clonixinato en México ha crecido significativamente a partir de 2019.
- La participación de mercado de la compañía para este mercado creció a partir de 2019.
- O que ambas condiciones se cumplan.

Es importante destacar que la venta efectuada al público está aunada a la promoción de los visitantes médicos con los profesionales de la salud, dado que la venta de este medicamento únicamente puede realizarse bajo prescripción médica. Las ventas efectuadas en las farmacias son finalmente una fracción de las visitas efectivamente realizadas e implica que hay un potencial de ventas por explotar.

Por otro lado, el inventario requerido para dar cobertura a los 45 días de inventario no oscila durante el año y sólo contempla la tendencia de incremento de venta; lo cual facilita la planeación y gestión de los recursos necesarios.

Dado que los ciclos comerciales son más rápidos por la menor holgura en la cobertura de los inventarios de las farmacias, deberá prestarse especial atención a dos cuestiones:

- Contar con producto en el punto de venta y evitar déficits en el abasto:
 - Evitar la promoción de prescripción en localidades donde no se cuente con producto.
 - Evitar penalizaciones por incumplimiento en el suministro de productos.
 - Mejorar el nivel de servicio del laboratorio y de distribuidores con sus clientes.
 - Facilitar la programación logística de distribución y dispersión de producto.
- Identificar puntos de baja rotación y evitar superávits de producto:
 - Evitar devoluciones de producto por baja rotación y/o caducidad.
 - Reducir capital "ocioso" en las cadenas, ya que no se propicia la compra de producto en momentos cuya rotación no está favorecida por la demanda del producto en el mercado.

- Evitar saturar localidades donde no haya médicos suficientes y consecuentemente no se prescriba el medicamento o bien, que la localidad no tenga suficiente densidad poblacional.
- Alinear la distribución de muestra médica entregada por los visitantes médicos acorde a las dimensiones de mercado que se tengan por localidad.

Integración del análisis en los tres niveles del canal de venta:

A continuación, se muestran en un mismo gráfico los tres niveles de venta objeto de este análisis, con el fin de contrastar la necesidad y utilidad de realizar planificaciones de la demanda integrados.

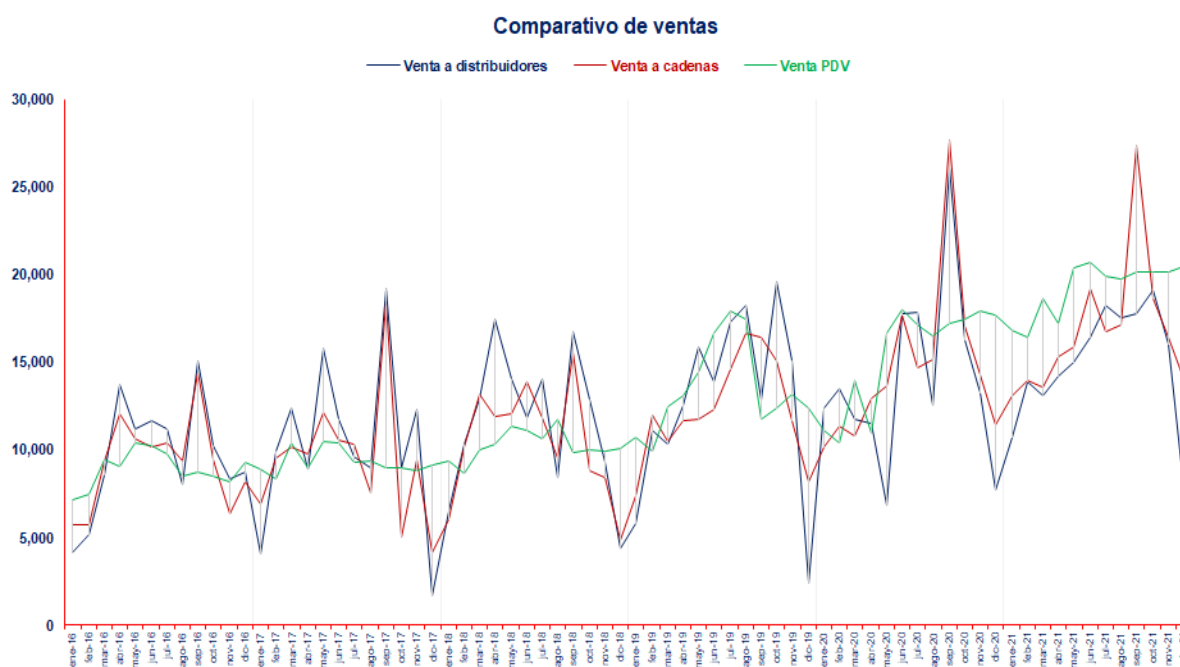


Gráfico 4.4. Comparativo de pronósticos de ventas de unidades en canal de venta octubre 2020 – diciembre 2021.
Elaboración propia.

Se puede observar en el gráfico anterior, que la venta interna del laboratorio a distribuidores está estrechamente alineada a la venta de los distribuidores a las cadenas de farmacias; lo cual sugiere una planificación colaborativa correctamente implementada, dado se observan tres tipos de relaciones entre las ventas:

1. La venta del laboratorio a distribuidores es mayor que la venta de éstos a cadenas de farmacias, lo cual permite ajustar el inventario al objetivo de 60 días.
2. La venta de los distribuidores a cadenas es mayor que la venta del laboratorio a distribuidores, lo cual sugiere cambios en la demanda y/o que se permita que el canal se desfogue para evitar su saturación.
3. Las ventas del laboratorio a distribuidores se asemejan a la venta de distribuidores a cadenas, lo cual ocurre cuando los inventarios se mantienen en niveles adecuados y sólo se reabastece la venta ordinaria del producto.

Por otro lado, no se observa una relación definida entre las ventas del laboratorio a distribuidores y de distribuidores a cadenas, con respecto a las ventas efectuadas en el punto de venta a consumidores, lo que sugiere la existencia de oportunidades de mejora para la gestión y planeación de los canales de venta en conjunto con las cadenas de puntos de venta.

De acuerdo al análisis desarrollado, se prevé un incremento sostenido en el consumo del medicamento objeto de este estudio para el cierre de 2020 y durante 2021; lo cual implica coordinar esfuerzos y gestionar recursos de mejor forma en el corto y mediano plazo para todos los participantes en el proceso comercial.

El valor agregado de este análisis integral consiste en comparar las previsiones efectuadas en distintos niveles del canal de venta, para así alinear los procesos involucrados y mejorar la flexibilidad de la compañía frente a cambios en la demanda de sus productos.

Como parte del análisis de los resultados, deberán entenderse las variables que intervienen en los procesos de cada nivel del canal de ventas, siendo algunas de éstas:

- Ventas del laboratorio a distribuidores: se ven afectadas por las acciones y negociaciones que la dirección comercial de la farmacéutica efectúe con el área de compras de los distribuidores, pudiendo o no satisfacer las necesidades del mercado.

- Ventas de distribuidores a cadenas: son afectadas por las negociaciones que hace el laboratorio directamente con las cadenas, las negociaciones que hace el distribuidor con las propias cadenas y, por otra parte, intervienen las acciones de marketing en el punto de venta.
- Ventas de los puntos de venta a consumidores: constituyen la demanda real de los consumidores por un producto en particular. Esta se puede ver afectada por promociones y ofertas que el equipo de marketing negocie y disponga a los consumidores.

Como se puede observar en el ejemplo analizado, no necesariamente los tres análisis prevén el mismo comportamiento de la demanda a futuro y deberá ser motivo de reflexión de la directiva de la compañía, evaluar y decidir acerca de la ponderación que a cada una se le deba dar. La propuesta permite plantear mejoras en diferentes procesos y áreas de la empresa.

Cadena de suministro:

Se lograría mejorar la tasa de nivel de servicio, tanto del laboratorio como de los distribuidores. La tasa actualmente oscila en niveles desde el 75% hasta el 90%, se esperaría alcanzar una tasa de al menos el 94% en aras de alinearse al cumplimiento del 100% y que el déficit que pueda suscitarse se deba a rechazos por entrega de producto en mal estado.

Se ampliaría la disponibilidad de producto en farmacias a través de todo el país, ya que este medicamento ha demostrado tener buena aceptación al lograrse catalogar en los dos principales clubes de precios y en distintas cadenas regionales durante 2020, dado lo anterior buscaría llegar a más puntos de venta tanto en cadenas nacionales, regionales y farmacias independientes. Se estima que se pueda catalogar el producto en al menos 5 cadenas de farmacias regionales y 3 cadenas de autoservicio nacionales durante el primer año de implementación.

Mejoraríamos el tiempo de respuesta y la flexibilidad para hacer frente a cambios en la demanda, logrando obtener hasta un mes más de holgura para modificar la programación de la producción.

Se reducirían las incidencias de desabasto del producto, logrando incluso llegar a cero notificaciones a clientes de producto faltante. Por otro lado, también se lograría disminuir la saturación del canal con producto

Finalmente, obtendríamos una mejora en la logística de distribución al facilitar la planeación y consolidación de entregas. Lo cual implicaría una reducción de hasta un 5% en costos de transportación por pieza de producto.

Producción:

La implementación del análisis facilitaría la planeación y programación de la producción del medicamento, al poder determinar con mayor exactitud la cantidad de producto a fabricar y el momento en el que se requerirá el producto ya liberado, tanto para productos fabricados en planta, como para los maquilados por terceros. La mejora en la programación de la producción podría brindar hasta un mes más de holgura para evitar no contar con equipos disponibles y podría llevar a 0 las incidencias de retrasos de fabricación y/o liberación de producto, reduciendo hasta en 4 semanas el retraso de poner producto en punto de venta.

Compras:

Se facilitaría la programación de compras de materias primas, insumos y maquila, cuyo beneficio implicaría diversificar la cartera de proveedores, consiguiendo precios más competitivos y reduciendo el riesgo de desabasto. Se esperaría reducir costos hasta en un 4% y reducir a cero el riesgo de desabasto por falta de materiales y/o maquiladores.

Si bien, realizar varias compras en un periodo determinado resulta en un costo más elevado con respecto a una sola compra de gran volumen, se busca reducir a cero las incidencias de vencimiento de caducidad de materias primas que no fueron utilizadas debido a variaciones en la demanda del producto. En ocasiones anteriores, se perdió el 100% de materia prima para fabricación de un lote de un producto debido a una estimación errónea de la demanda.

Finanzas:

Lograríamos reducir costos al obtener precios más competitivos para materias primas e insumos. Disminuirían los gastos de transportación dada la mejora en la consolidación de entregas, dicho beneficio se reflejaría hasta en 5% de ahorro por costos de transportación por unidad de medicamento.

Por otra parte, se reducirían las salidas de capital de la compañía, aunadas principalmente a dos causas: pago de penalizaciones por incumplimiento de abasto y pago a terceros por destrucción de materias primas y producto terminado. Se plantearía la posibilidad de que ambos parámetros se reduzcan a cero.

Se reduciría la emisión de notas de crédito por concepto de devoluciones, tanto por caducidad como por baja rotación de producto, lo cual implicaría alinearse al presupuesto de la compañía y reducir los descuentos a la venta bruta, buscando así reducir el 3.88% actual para así alinearlo al presupuesto de 3%. Por otra parte, se disminuirían las inversiones en activaciones en punto de venta para desahogar el canal e implicaría una reducción desde el 3% actual y alinearlo al 2% presupuestado.

Administración:

Se plantearía un ajuste en el esquema de compra por parte de los clientes, en lugar de realizar una compra de alto volumen 1 o 2 veces al mes, se optaría por realizar 4 compras al mes y por una cobertura de 1 semana, manteniendo las mismas

condiciones comerciales. Para ilustrar mejor este beneficio, se propone ejemplo de un distribuidor que actualmente realiza una compra por \$4,000,000.00 MXN al mes:

Semana del mes	Número de compra	Compra cliente	Venta cliente	Inventario sin movimiento
1	1	\$4,000,000.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$3,000,000.00 + stock de seguridad
2		\$0.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$2,000,000.00 + stock de seguridad
3		\$0.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$1,000,000.00 + stock de seguridad
4		\$0.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad
Total	1	\$4,000,000.00	\$4,000,000.00 + utilidad	\$3,000,000.00 en semana 1, \$2,000,000.00 en semana 2 y \$1,000,000.00 en semana 3 + stock de seguridad

Tabla 4.4. Ejemplo de rotación de inventario para un cliente que realice 1 compra al mes.
Elaboración propia.

Como se puede observar, durante tres semanas del mes, el distribuidor cuenta con inventario que no va a poder vender dado que su demanda semanal no lo permite. Se optaría por lo siguiente:

Semana del mes	Número de compra	Compra cliente	Venta cliente	Inventario sin movimiento
1	1	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad
2	2	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad
3	3	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad
4	4	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad
Total	4	\$4,000,000.00	\$4,000,000.00 + utilidad	\$0.00 + stock de seguridad

Tabla 4.5. Ejemplo de rotación de inventario para un cliente que realice 4 compras al mes.
Elaboración propia.

Lo que sugiere este cambio de esquema, es que, con el capital de la primera compra, los distribuidores podrán realizar las demás compras del mes. El laboratorio como el mayorista tendrán las mismas ventas resultando en que la inversión inmediata requerida y el inventario sin rotación disminuyen significativamente.

De esta forma, a pesar de mantener el mismo plazo de pago para cada compra, se obtendría flujo constante de efectivo al laboratorio, tanto por la compra de este medicamento como para todos los demás del portafolio.

Comercial:

Al contemplar mejoras en el alcance y distribución del producto, el medicamento podrá comercializarse a través de más cadenas, para así tener una cobertura más amplia en regiones específicas. Se esperaría incrementar la venta en términos brutos hasta en un 10%.

Con respecto a la cartera de clientes actual, mantendríamos niveles constantes de venta a pesar de la caída económica general observada en 2020 y consecuentemente la menor demanda de medicamentos para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales y respiratorias. En el mes de septiembre de 2020 se registró la mayor venta histórica a distribuidores, los cuales también registraron la mayor venta histórica a cadenas de farmacias, supermercados y farmacias independientes.

Dentro de los alcances, se contemplaría mantener los precios de los productos a un nivel competitivo en el mercado al estar en posición de negociar ofertas y descuentos. Derivado de ello, se buscaría ampliar la participación en licitaciones gubernamentales y consecuentemente aumentar el volumen de venta. Se esperaría poder ofrecer descuentos en los precios en las licitaciones gubernamentales que irían desde el 9% al 19%.

Marketing:

Con esta propuesta, se pretende incrementar la participación de mercado del medicamento en 2%, como resultado de diseñar campañas para incrementar la demanda del medicamento, en lugar de realizar campañas para mitigar caídas en la demanda; promover la negociación de ofertas y descuentos en las temporadas de alta demanda y alinear la entrega de muestras en las visitas a médicos en localidades con disponibilidad de producto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal ventaja que brinda el análisis integrado de la previsión de la demanda del canal de ventas, es el prever las necesidades de un particular nivel de la cadena que no estén siendo consideradas por la planeación de los otros niveles, tal como se observó en el gráfico que compara los tres pronósticos de la demanda y se prevé un déficit en el suministro de la demanda de consumidores en gran parte del año 2021, lo cual no hubiera podido preverse al realizar los análisis por separado.

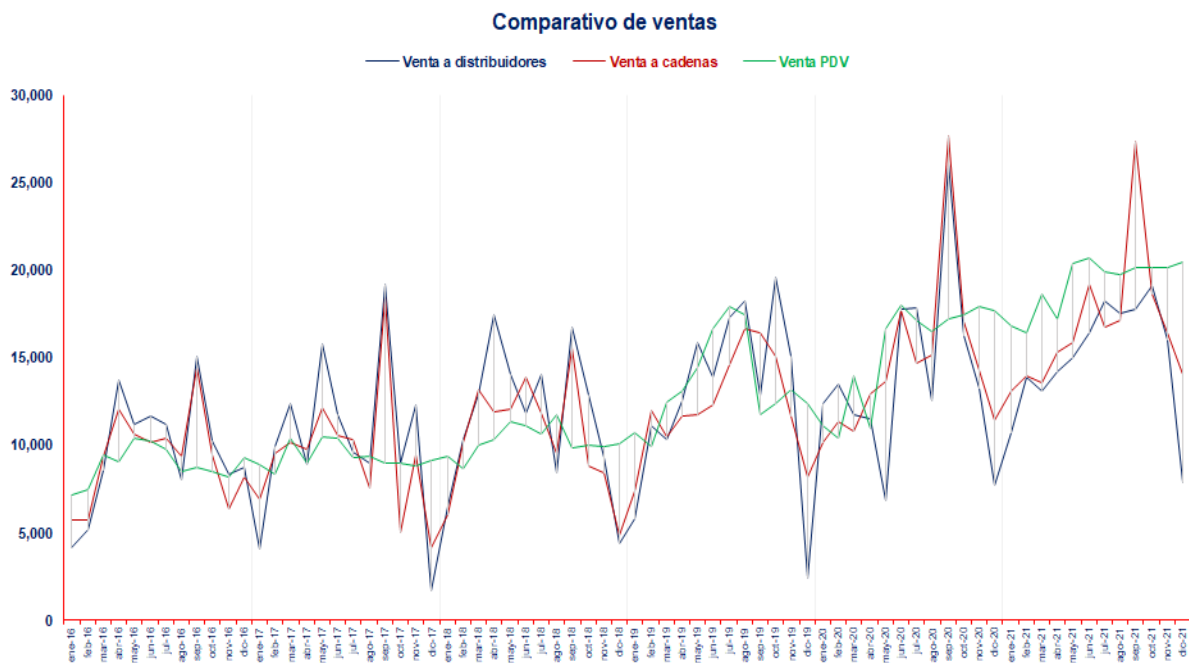


Gráfico 5.1. Comparativo de pronósticos de ventas de unidades en canal de venta octubre 2020 – diciembre 2021.

Elaboración propia.

El monitoreo integrado facilita la adecuada gestión de los recursos con los que cuentan la empresa y sus clientes, el cual es uno de los objetivos principales de este análisis. Los beneficios aunados a él, abarcan desde la planeación de la producción, el proceso de comercialización del producto, hasta el precio al que el cliente final adquiere el medicamento en el punto de venta.

Permite, además, prever y explotar incrementos en la demanda a través del diseño e implementación de campañas de promoción de oferta.

El proceso ayuda a que los inventarios de la compañía y sus clientes se vayan alineando a los niveles adecuados con respecto a la rotación de productos y rentabilidad de los mismos, tanto para la Pargeverina / Clonixinato de Lisina y los demás productos del portafolio del laboratorio.

En la parte económica se reflejan principalmente los beneficios de la implementación de este análisis, con respecto a los siguientes aspectos:

- Incrementar los ingresos.
- Reducir costos y gastos.
- Mitigar el impacto en la venta bruta por efecto de notas de crédito aunadas a devoluciones.
- Disminuir las salidas de capital de la compañía por envío a destrucción de producto y por pago de penalizaciones por incumplimiento en el abasto de medicamentos.

La recomendación definitiva de este trabajo de investigación, está dirigida a observar y atender las necesidades reales del mercado. A establecer los objetivos y metas de la compañía sin comprometer el futuro de la misma y atendiendo la demanda real del consumidor. A aprovechar los recursos de la compañía y sus clientes para alcanzar un crecimiento sostenido y sustentable en todo el portafolio de productos. A promover el incremento en la participación del mercado de la compañía y sus productos a través de campañas de promoción efectivas y que a la vez fortalezcan las relaciones comerciales de la compañía y sus clientes. Que las relaciones comerciales se basen en el beneficio mutuo y simultáneo, en lugar de buscar la obtención de beneficios para cubrir las necesidades temporáneas de cada integrante de la cadena.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Heizer Jay y Render Barry (2008). Forecasting Demand. En *Operations Management*
- Chopra y Meindl (2015). Administración de la Cadena de Suministro.
- Estrada Mendoza y Ávila Cedillo (2015). Metodología de Planeación de la Demanda para la Reducción del Error del Pronóstico. U.N.A.M.
- Peregrina Hernández y Gutiérrez Matus (2011). Propuesta de Mejora en el Proceso de Planeación de la Demanda en una Empresa de Artículos de Cuidado Personal. Instituto Politécnico Nacional.
- Ramos Almanza y Bacca. Importancia de la Planeación de la Demanda en una Empresa del Sector Industrial. (2014). Universidad Militar de Nueva Granada.
- La Planeación de la Demanda como Requisito para la gestión de las Cadenas de Suministro en las Empresas en Colombia. Zuluaga Mazo, Molina Parra y Guisao Giraldo. Revista Politécnica. ISSN 1900-2351; Año 7. Número 12. Enero - junio de 2011.
- Diagnóstico Sectorial Farmacéutico (2013). ProMéxico. Unidad de Inteligencia de Negocios.
- Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica. Consultada el 31 de agosto de 2020.
- Ley General de Salud. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última versión 4 de diciembre de 2020.
- Vademecum consultado por última vez el 14 de noviembre de 2020.
- Sector Industria Farmacéutica. Secretaría de Economía 2015.