

# Un método numérico para minimizar un modelo de gestión y administración de inventarios para una empresa farmacéutica

Karol Stefani Mejia Rios

Directores: Abel Álvarez Bustos & Fabián Andrés Castaño Giraldo

## Abstract

La administración de inventarios es la gestión respecto al ingreso y salida de insumos, productos terminados o semiterminados, bienes auxiliares y herramientas que tiene una compañía. El cual, posibilita calcular con exactitud los gastos de generar las mercancías. Además, es clave para minimizar los costes de mantenimiento del inventario. Cuantas menos existencias permanezcan inmovilizadas, menos tendrá que gastar la compañía en almacén o en pérdidas de productos perecibles y también posibilita calcular la producción fundamental para aprovisionar toda la demanda esperada por los clientes, tomando en cuenta un stock extra para encarar a demandas inesperadas. Los inconvenientes de inventario están afectando todos los sectores de la economía, y tienen la posibilidad de conducir a pérdida de ventas, pérdida de postura y colaboración en el mercado, además de disminución de la productividad de las operaciones al perjudicar de manera directa los precios. Por ello muchas compañías necesitan mejorar sus procedimientos y modelos de estudio y administración de abasto, de esta forma además como el control de los niveles de inventario.

La finalidad de este trabajo es el diseño y evaluación de un modelo estocástico de administración y gestión de inventarios, elaborado a el tamaño de una compañía farmacéutica del suroccidente de Colombia, para materias primas y material de empaque que posibilite reducir los precios de desempeño de inventario y la ocupación en bodega de materiales en la compañía, al igual que conservar los niveles de servicio esperados para la idónea ejecución de las operaciones de aprovisionamiento de la compañía, por medio de la utilización de procedimientos analíticos y/o numéricos, especialmente apoyándose en simulación para establecer las superiores políticas, simultáneamente que se evalúa el precio asociado a dichos. Finalmente se hace un análisis de resultados para establecer la mejor manera de reducir los precios de funcionamiento de inventario y la ocupación en bodega de materiales en la compañía en análisis. Los resultados sugieren que, bajo la metodología empleada, es viable reducir los precios totales por medio de la gestión eficiente de los inventarios, y racionalización de las elecciones de compra.

**Palabras clave:** Pérdida de producto, pérdida de ventas, nivel de costo, minimizar costos, nivel de inventario, demanda, modelo estocástico, simulación, optimización, inventarios y decisión de compra.

Matemáticas Aplicadas

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Pontificia Universidad Javeriana Cali

\*Correo electrónico: karolstefani19@javerianacali.edu.co

## Introduction

Un inventario según Love [1], es una proporción de capital o materiales bajo el dominio de una organización que se sostiene por una temporada en modo improductiva esperando su venta o uso.

El motivo primordial para controlar inventarios se debería

a que es poco usual que los bienes que se poseen sean exactamente los que se demandan. No disponer de los materiales ni los suministros una vez que se requieren representa pérdidas económicas en el proceso beneficioso y prepara además insatisfacción del comprador.

El estudio de la gestión de inventarios es un área del en-

tendimiento que se ha examinado de forma científica hace ya algunas décadas. A partir de que ha sido planteado el modelo de lote económico de Harris en 1913, varios autores se han dado al deber de solucionar diversos inconvenientes de inventarios [2]. El inicio importante de esta clase de modelos va a decidir la política de suministro por medio de determinar la porción a solicitar y el lapso de abastecimiento para poder hacer el precio mínimo. Actualmente, el análisis de los inconvenientes de control de los inventarios es, por consiguiente, una temática en constante evolución, a la vez que es atendida por una gigantesca proporción de estudiosos por medio de modelos cada vez más complicados [2].

Hay varios modelos matemáticos usados para explicar la administración de inventarios, entre ellos hay modelos estocásticos y determinísticos, modelos de revisión continua y de revisión periódica, modelos con un exclusivo artículo y de diversos artículos, modelos para artículos perecederos y para artículos no perecederos, etcétera [3].

Además, el sector farmacéutico a nivel colombiano y a nivel mundial ha tenido un crecimiento muy importante, las cifras señalaron que el crecimiento del mercado farmacéutico en el periodo del 2013 al 2018 se debió a la elevación de precios, a pesar de que el costo de los medicamentos aumentó en 5,4 billones de pesos, el número de unidades vendidas continuó prácticamente igual. Además, este daría avances significativos en exportaciones, empleo y monto comercializado, según el plan de negocios de este sector realizado por Colombia Productiva, entidad adscrita al Ministerio de Comercio [4].

Debido a que se incrementó la demanda de medicamentos el mercado farmacéutico aumento, por lo que la industria farmacéutica aumenta consecuentemente los volúmenes de fabricación, venta e inventario. Ahora, el inventario puede ser el centro de varias clases de problemas en las empresas de cualquier sector, pues en la medida que se posee una inadecuada administración de inventario se genera serias dificultades como: venta perdida, pérdida de posición en el mercado, pérdida de rentabilidad por relación costo e ingreso bruto, comprometer el flujo de capital, restar flexibilidad y adaptabilidad, entre otros [5].

Este trabajo se apoya en ofrecer solución a un modelo matemático estocástico que tiene como objetivo la evaluación de la bodega de insumos de una planta de una compañía farmacéutica, por consiguiente, se abordará la gestión y administración de inventario bajo un modelo, por el que, se generará un procedimiento numérico que posibilite ofrecer solución al modelo para hacer reducir los precios de funcionamiento de inventario y la ocupación en bodega de materiales en la compañía en análisis.

## Generalidades de los sistemas de inventario

Los inventarios emergen de forma natural básicamente en cada una de las organizaciones de cualquier sector económico, el motivo de que esto suceda es sencilla, los inventarios permiten saciar de manera instantánea, la demanda de un artículo [2]. De esta forma, a partir de la perspectiva de un comprador constantemente debería seguir estando inventario disponible del artículo en cuestión. Sin embargo, conservar inventario acarrea precios para las organizaciones, por cierto, para varias organizaciones los precios de conservar inventario representan la más grande cantidad de sus precios de desempeño, por lo cual generalmente para las organizaciones no es nada adecuado tener inventarios. Observe que el término comprador y organización, se utilizan para caracterizar una extensa pluralidad de situaciones, o sea, al referirse a consumidores no solo podría ser el cliente final de un producto dado, sino que podría ser ejemplificando un área específica en la organización misma que se abastece de un área anterior en la sucesión de producción. Por consiguiente, los inventarios tienen la posibilidad de manifestarse en cualquier parte de la cadena de suministros.

Está claro entonces que los inventarios son una especie de mal primordial, los consumidores esperan poder ser atendidos con la más grande prontitud viable, si un comprador llega y no descubre atención a su demanda, es viable que la espera afecte negocios futuros o inclusive que el comprador decida no aguardar y hacer negocios en otra parte, lo que claramente no es correcto [2]. Hay, no obstante, otras causas por las cuales una organización u organización dictamina llevar inventarios; imaginemos un producto cuyo costo fluctúa por temporadas, parece buena iniciativa entonces mercar una porción notable de comentado producto una vez que está a bajo costo, conservarlo y venderlo una vez que llegue la temporada de costos elevados, la misma iniciativa aplica una vez que la producción o compra de monumentales porciones de un producto implica un menor precio unitario de producción o compra. Son muchas las causas por las cuales las empresas se esfuerzan por conservar niveles óptimos de inventarios, el fin de la gestión del sistema es por consiguiente hallar un balance óptimo entre los precios del inventario y las ventajas que éste da.

## Clasificación de los modelos de inventarios

Los sistemas de inventario tienen la posibilidad de variar extensamente de un caso a otro, son bastantes los componentes y las situaciones que ocasionan tales variaciones. La naturaleza de los bienes en inventario, la conducta de la demanda y el sistema de información son apenas ciertos de dichos componentes. Es prudente por consiguiente hacer una categorización de los diversos tipos de modelos que emergen bajo varias de estas condiciones. Tienen la posibilidad de clasificarse ejem-

plificando, según la conducta de la demanda y la época de restauración, en modelos determinísticos y estocásticos, por supuesto los modelos determinísticos son esos que suponen certeza en el razonamiento de la demanda y la era de restauración, y los estocásticos son los que piensan aleatoriedad en una o los dos cambiantes [3]. Los modelos estocásticos piensan que las cambiantes son estacionarias, o sea que tienen la posibilidad de representar con una funcionalidad de posibilidad que no cambia con la era.

Según la forma de revisión de los niveles de inventario los modelos tienen la posibilidad de clasificar en modelos de revisión continua y de revisión periódica [3]. Los de revisión continua son esos en los que se sabe el grado de inventario en cualquier punto del tiempo, cualquier tipo de transacción que perjudique el grado de inventario, de la misma forma que compra o comercialización de un producto, se registra rápidamente. Los de revisión periódica son esos en los que el grado de inventario se sabe solo en aspectos definidos de tiempo, o sea, cada cierto intervalo de tiempo se hace una revisión del sistema y en aquel instante se sabe su estado.

Los nombres de los modelos tienen la posibilidad de además hacerse en funcionalidad de cualquier otra particularidad del sistema o del funcionamiento de información, tienen la posibilidad de inclusive combinarse las clasificaciones y adquirir nombres como, por ejemplo: modelo estocástico de revisión continua o de revisión periódica [3]. Es necesario mencionar que en modelos determinísticos las políticas de revisión continua o revisión periódica generan los mismos resultados, ya que se puede intuir el nivel de inventario en cualquier punto del tiempo. Sin embargo, en modelos estocásticos, si hay diferencias significativas en los resultados que ofrecen ambas políticas, donde principalmente el manejo del modelo en términos matemáticos frecuenta ser más complejo cuando se utiliza revisión periódica del inventario, pero el sistema de revisión continua usualmente es más costoso debido a las observaciones permanentes del inventario o a la generación de un sistema de información conveniente.

Ciertos sistemas de inventarios poseen propiedades bastante especiales y los modelos resultantes se realizan bajo ciertas condiciones bastante usuales en la literatura por lo cual reciben una notación particular, después se muestra una breve especificación de los más estudiados (todos éstos, son modelos estocásticos).

### Modelo Estocástico de Inventario

Un inventario estocástico o probabilístico muestra una demanda o tiempo de entrega desconocido (es aleatorio), por lo cual esta demanda o tiempo es expresado por medio de una variable aleatoria [3].

Por lo tanto, un modelo de inventario probabilístico utiliza una distribución de probabilidad para detallar el precio de la

demanda o de otra variable desconocida.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se han generado diferentes modelos de inventario probabilísticos multiperiodos clasificados mediante la forma en que se inspecciona el inventario, modelos en los que la alteración se debería a la incertidumbre y no a razones predecibles. La clasificación plantea diferenciar entre modelos de revisión continua y revisión periódica.

### Sistema de revisión continua

Además, conocido como sistema de punto de reorden, sistema de porción fija o modelo Q. Los modelos categorizados en este sistema se especifican dado que se hace un pedido, una vez que el inventario llega a un grado determinado [3]. Esto implica que se dirige el inventario restante de manera recurrente y en varios casos, cada vez que se realizan retiros de un artículo para establecer si se debiera producir un nuevo pedido. En conclusión: La cantidad es fija y el tiempo es variable.

En los ejemplos de inventarios de revisión continua, diremos 2 variantes del Modelo EOQ: La primera se fundamenta en un EOQ con inventario de estabilidad para saciar la demanda incierta, el segundo es un Modelo EOQ Probabilístico que genera la demanda aleatoria en la formulación.

### Sistema de revisión periódica

Además, frecuenta llamarse sistema de reorden a intervalos fijos, sistema de lapso fijo, sistema de reorden periódico o modelo P. El inventario es inspeccionado de manera periódica (cada semana, cada 10 días, cada mes, etc.) y no de manera continua, por lo cual la emisión de peticiones se hace finalmente de cada lapso o en su inicio [3].

Teniendo en cuenta esto, ya tenemos la posibilidad de nombrar una característica, este sistema no requiere que el empleado genere un conteo físico tras cada transacción de inventario; en lugar de aquello lo hace una vez que llega la época de revisión de acuerdo con la periodicidad determinada. Esto quiere decir que se realiza un ahorro de tiempo para el empleado. Además, los modelos de estudio periódico integran casos de un solo lapso, y de periodos diversos.

Esta clase de sistemas comparte diversos supuestos con el sistema de revisión continua EOQ:

- Tiene presente como únicos precios los costes de ordenar y de conservar.
- Los tiempos de entrega son conocidos y constantes
- Los artículos son independientes entre sí.

En conclusión: La cantidad es variable y el tiempo es fijo.

## 1. Resultados

Este es un modelo que usa optimización matemática con el objetivo de disminuir el costo total de inventario de la compañía, disminuyendo además los faltantes, en los casos que se pueden permitir, y garantizando la menor ocupación posible de espacios en bodega, sin desmejorar el factor de servicio.

### Variables

Notación	Descripción
$X_{p,t} \forall p \in P, \forall t \in T$	Cantidad a comprar del insumo p en el mes t.
$Y_{p,t} \forall p \in P, \forall t \in T$	1 si se pide comprar el insumo p en el mes t, de lo contrario 0.
$N_{p,t} \forall p \in P, \forall t \in T$	Pide cantidades múltiples del lote del insumo p en el mes t.
$S_{p,t,es} \forall p \in P, \forall t \in T, \forall es \in ES$	Inventario final del insumo p en el mes t.
$FA_{p,t,es} \forall p \in P, \forall t \in T, \forall es \in ES$	Cantidad de faltantes del insumo p en el mes t.
$E_{p,t,es} \forall p \in P, \forall t \in T, \forall es \in ES$	Cantidad de inventario del insumo p que se pide como exceso en el mes t.
$F_{p,t,es} \forall p \in P, \forall t \in T, \forall es \in ES$	Binaria.
$I_{p,t,es} \forall p \in P, \forall t \in T, \forall es \in ES$	Binaria.
$Z_{p,es} \forall p \in P, \forall es \in ES$	Nivel de servicio de inventario del insumo p.

### Parámetros

Notación	Descripción
$TE_p$	Tiempo de entrega del insumo p.
$CP_p$	Capacidad del proveedor para vender el insumo p.
$CU_p$	Costo de compra unitaria del insumo p.
$CI_p$	Costo de inventario del insumo p.
$IS_p$	Inventario de seguridad del insumo p.
$CO$	Costo de ordenar.
$IIP$	Inventario inicial del insumo p.
$CA_p$	Capacidad de almacenamiento del insumo p.
$DE_{p,t,es}$	Demanda del insumo p en el mes t.
$CE_{p,t,es}$	Costo del faltante del insumo p en función de la venta de los productos terminados en que participa.
$OC_{p,t}$	Órdenes de compra en tránsito del insumo p en el periodo t.
$CM_p$	Cantidad mínima de compra del insumo p.
$TL_p$	Tamaño de lote de compra del insumo p.
$CAA$	Costo adicional por almacenar inventario por encima de la capacidad denida.
$CL_p$	Costos logísticos del insumo p.

Función Objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} = & \left( \sum_p \sum_t \sum_{es} CE_p * FA_{p,t,es} \right) + \left( \sum_p \sum_t \sum_{es} CO_p * Y_{p,t} \right) + \\ & \left( \sum_p \sum_t \sum_{es} (CI_p * S_{p,t,es}) + (CI_p * E_{p,t,es}) \right) + \\ & \left( \sum_p \sum_t \sum_{es} CU_p * X_{p,t} \right) + \left( \sum_p \sum_t \sum_{es} CL_p * X_{p,t} \right). \end{aligned}$$

Restricciones:

$$\sum_t DE_{p,t,es} * (1 - Z_{p,es}) = \sum_t FA_{p,t,es} \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES\} \quad (1)$$

$$\sum_{p,es} Z_{p,es} \geq 0,8 * \text{length}(ES) \quad \forall es \in \{ES\} \quad (2)$$

$$S_{p,t,es} \geq IS_p \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES \mid t - TE_p \geq 1\} \quad (3)$$

$$X_{p,t} \geq CM_p * Y_{p,t} \quad \forall p, t \in \{P, T\} \quad (4)$$

$$X_{p,t-TE_p} + OC_{p,t} + S_{p,t-1,es} = S_{p,t,es} + DE_{p,t,es} - FA_{p,t,es} \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES\} \quad (5)$$

$$OC_{p,t} + S_{p,t-1,es} = S_{p,t,es} + (DE_{p,t,es} - FA_{p,t,es}) \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES \mid t > 0 \wedge t - TE_p < 1\} \quad (6)$$

$$IIP + OC_{p,t} = S_{p,t,es} + (DE_{p,t,es} - FA_{p,t,es}) \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES\} \quad (7)$$

$$X_{p,t} \leq CP_p * Y_{p,t} \quad \forall p, t \in \{P, T\} \quad (8)$$

$$X_{p,t} = TL_p * N_{p,t} \quad \forall p, t \in \{P, T\} \quad (9)$$

$$FA_{p,t,es} \leq 0,2 * DE_{p,t,es} \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES \mid t \leq TE_p\} \quad (10)$$

$$S_{p,t,es} \leq CA_p + E_{p,t,es} \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES\} \quad (11)$$

$$S_{p,t,es} \leq I_{p,t,es} * \sum_{p,t,es} DE_{p,t,es} \quad \forall p, t, es \in \{P, T, ES\} \quad (12)$$

El objetivo del modelo es reducir el costo total de operación de abastecimiento y almacenamiento. La restricción 1 sirve para monitorear el nivel de servicio alcanzado que posteriormente puede usarse para establecer políticas de servicio globales,

que incluyan todos los ítems. En cuanto a la restricción 2 busca garantizar que el nivel de servicio sea superior o igual al 80%, lo cual, determina el porcentaje de los pedidos que la empresa es capaz de atender dentro de un plazo determinado. Ahora, la restricción 3 busca garantizar que al final de cada periodo el inventario resultante procure garantizar el cumplimiento del inventario de seguridad de cada insumo p cuando se tiene una política establecida para estos. Luego, tenemos la restricción 4 que asegura que cada pedido que se genere cumpla con la cantidad mínima de compra negociada.

El modelo planteado debe garantizar que en todo momento se cumplan los balances de inventario. Donde la restricción 5 permite alcanzar este propósito garantizando de paso las condiciones de frontera impuestas por el horizonte de planeación. La restricción 6 da viabilidad al balance de inventario cuando el número del periodo de generación del requerimiento de compra es igual a 0. En cuanto a la restricción 7 da viabilidad al balance de inventario cuando el número del periodo de generación del requerimiento de compra sea mayor a 1.

Ahora bien, para garantizar que la cantidad generada de compra no supere la capacidad de fabricación del proveedor, se incorpora la restricción 8. La restricción 9 asegura que la compra generada este expresada en cantidades múltiplo del lote del producto p. La restricción 10 controla que el modelo no permita simultáneamente la existencia de faltantes y excedentes, donde acota los faltantes a un máximo del 20% de la demanda.

Finalmente, la restricción 11 controla que el inventario final de cada periodo t, sea el resultado de la interacción de los volúmenes de inventario dentro de la capacidad máxima de almacenamiento configurada, más los excesos de inventario que se puedan presentar y administrar. Y la restricción 12 Acotan los faltantes y los inventarios finales del modelo respectivamente a un valor máximo, que no supere la suma de todas las demandas.

Se presentarán los resultados del modelo de optimización matemática que se obtuvo mediante nuestra simulación numérica, el cual, se aplicó la simulación de Montecarlo. En primer lugar, se tiene que la mayoría de los meses se realizan compras de los insumos, esto quiere decir, que hay gran demanda de los insumos en los meses a excepción de los dos últimos meses porque no se genera ninguna compra, el mes 2 es el mes que genera mayor cantidad de compra de unidades dado que, se compra 270.408 unidades, el insumo 9 es el insumo que más compras genera sobre todo en el mes 2 dado que, se realizó una compra de 240.000 unidades y el insumo 4 es el insumo que no genera compras en todos los meses, además, el inventario final de los insumos es bastante alta, dado que el inventario final de todos los insumos tiene provisiones en la bodega, es decir, que de los insumos hay poca demanda o mucha compra, lo cual, afecta en la ocupación de bodega, entre ellos el insumo que genera mayor ocupación de bodega es

el insumo 9 y el insumo 12 es el que menos genera ocupación en la bodega. También, se tiene que hay gran demanda de los insumos en distintos meses, en algunos meses se demandan más que otros dependiendo del insumo, en nuestro caso el insumo que más se demanda es el insumo 9 y el insumo 12 es el que menos se demanda.

Por otro lado, tenemos pocos faltantes, regularmente no hace falta de los insumos en los meses porque no se genera una alta demanda de dichos insumos, en nuestro caso, se tiene que el insumo 1, el insumo 5 y el insumo 8 son los que más genera faltantes, esto quiere decir que tiene una alta demanda, los clientes consumen regularmente este insumo en los dos primeros meses, a excepción del insumo 8 que se genera en el mes 2 y en el mes 12 pero con menor cantidad de faltantes que los dos anteriores. También se tiene que los insumos 4, 6, 7 y 11 generan faltantes, pero de manera muy pequeña. Los pedidos en tránsito son muy poco frecuentes, en este año, solo se hizo pedidos en tránsito en el mes tres de los insumos 1, 11 y 12.

Además, se debe notar que el nivel de servicio de este año es bastante eficiente dado que se tiene porcentajes del 91% hasta el 100% en la mayoría de los casos, esto quiere decir, que se tiene un buen nivel de servicio, lo cual implica un gran esfuerzo logístico en todos los eslabones de la cadena, es decir, entre el 91% y 100% de las veces se entregarán los pedidos al cliente dentro del plazo establecido.

El pronóstico de la demanda es estimar las ventas de un producto durante determinado periodo futuro. En nuestro caso, dado que ya conocíamos la demanda anterior hicimos el pronóstico de la demanda a futuro. A continuación, se presentará una tabla comparando ambas demandas.

	Demanda Anterior	Demanda Pronosticada
Insumo 1	139.567	139.504
Insumo 2	8.597	8.596
Insumo 3	19.569	19.560
Insumo 4	27.781	27.764
Insumo 5	86.025	86.092
Insumo 6	10.900	10.909
Insumo 7	20.227	20.238
Insumo 8	9.460	9.434
Insumo 9	177.555	177.626
Insumo 10	21.590	21.587
Insumo 11	878	870
Insumo 12	187	187
TOTAL	522.336	522.367

Figure 1. Comparación de Pronóstico de Demanda

Podemos notar que la demanda anterior es más alta a la demanda pronosticada, dado que tiene 75 unidades más que la demanda pronosticada. Cabe resaltar que en la mayoría de los insumos la demanda anterior es superior que la demanda pronosticada, pero no es por mucho la diferencia, solo en cuatro insumos logra la demanda pronosticada sobrepasar la demanda anterior, en el insumo 3 la demanda pronosticada sobrepasa a la demanda anterior por 10 unidades, en el insumo

6 la demanda pronosticada es mayor a la demanda anterior por 6 unidades, en el insumo 8 la demanda pronosticada supera a la demanda anterior por 8 unidades y en el insumo 10 la demanda pronosticada excede a la demanda anterior por 37 unidades. En los demás insumos la demanda anterior es mayor que la que se pronosticó, donde la mayor cantidad de unidades que logra sobrepasar es de 42 unidades y la menor es de 4 unidades de diferencia. Esto nos representa que la demanda de cada insumo va a ser muy parecida en el año que se pronosticó.

## Conclusiones

Al utilizar y equiparar el modelo de mejora matemática contra el escenario real de la compañía, se hizo una disminución destacable del precio total; por otro lado, con la aplicación de la simulación de escenarios se hizo evidenciar superiores configuraciones del inventario de estabilidad, impactando de manera conveniente el precio total. Esta táctica es de simple aplicación en la compañía.

Con una eficiente conjunción de políticas de inventarios, y un procedimiento determinado de gestión (periódico o continuo), en nuestro caso, se hizo de forma periódica, se pudo obtener una disminución de precios, descargar el grado de inventario y maximizar el grado de servicio de la compañía. Lo cual es demostrado luego de utilizar del modelo de mejora matemática y la simulación de escenarios, poniendo elevados índices de grado de servicio, menor volumen de precios y menores niveles de inventario.

## References

- [1] Dennis Blumenfeld. *Operations research calculations handbook*. CRC press, 2001.
- [2] Ernesto Ponsot. El estudio de inventarios en la cadena de suministros: una mirada desde el subdesarrollo. *Actualidad Contable FACES*, 11(17):82–94, 2008.
- [3] H Taha, G Meza, R Cruz, and V González. *Investigación de Operaciones: Una investigación*. Pearson Education, México, 2004.
- [4] O Andia. Qué pasa con la industria farmacéutica en colombia. *Razonpublica.com*. Recuperado de: <https://www.razonpublica.com/index.php/econom-y-sociedad-temas-29/11852-que-pasa-con-la-industria-farmaceutica-en-colombia.html>, 2019.
- [5] Luis Asencio Cristobal, Edwin Gonzalez Ascencio, and Mariana Lozano Robles. El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. retos [online]. 2017, vol. 7, n. 13.