

Modelo de inventarios colaborativos para la minimización de costos en comercializadoras textiles del centro de Medellín.

Daniela López Torres, ✉ daniela_lopez0502@hotmail.com

Karla Cristina Orozco Ortiz, ✉ karlisviolin@gmail.com.com

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesor: Silvana Ruíz Moreno, Magíster (MSc) Ingeniería Industrial (c).



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Industrial

Medellín, Colombia

2019

Citar/How to cite [1]

Referencia/Reference [1] D. López Torres y K. C. Orozco Ortíz, “Modelo de inventarios colaborativos para la optimización de costos en comercializadoras textiles del centro de Medellín.”, Trabajo de grado Ingeniería Industrial, Universidad de San Buenaventura Medellín, Facultad de Ingenierías, 2019.

Estilo/Style:
IEEE (2014)



Semillero de investigación en gestión y desarrollo industrial (GESDI).

Bibliotecas Universidad de San Buenaventura



Biblioteca Digital (Repositorio)
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co>

- Biblioteca Fray Alberto Montealegre OFM - Bogotá.
- Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo OFM - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
- Departamento de Biblioteca - Cali.
- Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia

Universidad de San Buenaventura Colombia - <http://www.usb.edu.co/>

Bogotá - <http://www.usbbog.edu.co>

Medellín - <http://www.usbmed.edu.co>

Cali - <http://www.usbcali.edu.co>

Cartagena - <http://www.usbctg.edu.co>

Editorial Bonaventuriana - <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/>

Revistas - <http://revistas.usb.edu.co/>

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
A. Antecedentes	12
III. JUSTIFICACIÓN.....	17
IV. OBJETIVOS	18
A. Objetivo general	18
B. Objetivos específicos	18
VI. HIPÓTESIS.....	19
VII. MARCO TEÓRICO	20
A. Inventario	20
B. Conceptos básicos	21
C. Tipos de inventario.....	21
D. Gestión de inventarios.....	22
1) Sistema de inventarios	23
2) Factores en la toma de decisiones de inventarios	23
3) Selección de proveedores	24
4) Políticas de inventario	26
5) Clasificación de inventarios.....	27
E. Inventarios colaborativos	27
F. Funciones del inventario	29
G. Modelos de inventario.....	30
1) Modelos con demanda independiente.....	30

2) Modelos con demanda dependiente.....	31
H. Medidas de desempeño	32
1) Costos	32
2) Tiempos	33
3) Nivel de servicio.....	34
VIII. METODOLOGÍA	35
A. Revisión de la literatura.....	36
B. Caracterización.....	37
C. Proponer un modelo conceptual.....	38
D. Definición del sistema.....	38
E. Simular el modelo propuesto.....	38
IX. RESULTADOS.....	40
A. Análisis de la literatura revisada	40
B. Caracterización de las comercializadoras de telas del centro de Medellín	45
C. Modelo conceptual de inventarios colaborativos	51
D. Análisis Causal.....	53
E. Simulación.....	56
XI. CONCLUSIONES	59
XIII. REFERENCIAS	60
XIV. ANEXOS.....	64

LISTA DE TABLAS

TABLA. I. MODELOS DE INVENTARIOS COLABORATIVOS ANALIZADOS EN LA REVISIÓN DE LA LITERATURA.	41
TABLA. II. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER ACERCAMIENTO.	46
TABLA. III. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LAS BODEGAS	48
TABLA. IV. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON EL VALOR DE ALQUILER DE LAS BODEGAS	49
TABLA. V. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS DESCUENTOS REALIZADOS POR PARTE DEL PROVEEDOR.....	49
TABLA. VI. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LA COLABORACIÓN ENTRE EMPRESAS	50
TABLA. VII. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER ACERCAMIENTO.	54
TABLA. VIII. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SIMULACIÓN	58

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Desarrollo teórico de los inventarios.	20
Fig. 2. Descripción metodológica de la propuesta.	36
Fig. 3. Ejemplo del flujo del modelo de simulación.	39
Fig. 4. Modelo conceptual de inventarios colaborativos.....	53
Fig. 5. Diagrama causal del proceso.	55
Fig. 6. Diagrama de Forrester del proceso	56

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se abordan los inventarios en empresas comercializadoras de telas como objeto de estudio, durante su análisis se realiza una revisión de la literatura existente sobre la gestión de inventarios, haciendo énfasis en los modelos de inventarios colaborativos. A través de una caracterización in-situ de las empresas comercializadoras de telas en el centro de la ciudad de Medellín, se identifican las variables que influyen en los costos de la gestión de inventarios, para así construir un modelo teórico con las características que más se adecúen al sector; esto con el fin de realizar una simulación que permita analizar el comportamiento de los costos asociados a la gestión de inventarios; lo anterior con el fin de abordar la problemática que enfrentan empresas comercializadoras por los altos costos asociados a los inventarios o incluso el desconocimiento de los mismos en entornos de comercialización al detal.

Palabras clave: Inventarios colaborativos, cadena de suministro, modelos de inventario, gestión de inventarios.

ABSTRACT

This undergraduate thesis address the trader inventories as object of study, during their analysis a review of the existing literature on inventory management is carried out, emphasizing the models of Collaborative inventories. Through an in-situ characterization of the companies that sell fabrics in the center of the city of Medellin, identify the variables that influence the costs of inventory management, in order to build a theoretical model with the characteristics that More suit to the sector; This in order to perform a simulation that allows analyzing the behavior of costs associated with inventory management; The foregoing in order to address the problems faced by marketers for the high costs associated with inventories or even ignorance of them in retail marketing environments.

Keywords: Collaborative inventories, supply chain, inventory models, inventory management.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios es un tema de interés para los empresarios en todos los sectores económicos; debido al gran impacto que pueden producir estos en los costos, la rentabilidad y la satisfacción de los clientes. Estas razones, impulsan a las empresas a invertir sus esfuerzos en conseguir una colaboración eficiente entre ellas o entre los diferentes eslabones de la cadena de suministro; de manera que se genere un incremento en las ganancias, una mejora en los niveles de servicio, un mejor uso de los recursos y una reducción considerable en los costos.

Uno de los mayores problemas que existen en la gestión de inventarios, son los costos asociados a los sistemas de pedidos sin tener en cuenta economías de escala, el costo de oportunidad asociado al desconocimiento de las ventajas competitivas de aliarse con empresas del mismo sector y el desgaste operativo que representa realizar pedidos de lotes pequeños de producto. Diferentes modelos dan solución a los problemas mencionados, uno de estos es el modelo de inventarios colaborativos, en el cual dos o más empresas forman alianzas estratégicas que les permiten disminuir costos y obtener beneficios para todas las partes involucradas.

Con el fin de abordar esta problemática, se realiza en primer lugar una revisión de la literatura sobre gestión de inventarios y los modelos de inventarios colaborativos que se han propuesto con el fin de minimizar costos en diferentes industrias, posteriormente se analiza el comportamiento en lo referido a la gestión de los inventarios en las comercializadoras de telas en el centro de Medellín, esto considerando información primaria obtenida en diferentes locales comerciales, al contrastar lo obtenido con la revisión de la literatura, se propone un modelo conceptual que permite integrar los actores que influyen en los costos asociados a la gestión de inventarios y que facilitan la colaboración entre empresas del sector. Este modelo es finalmente simulado en un entorno que permite analizar escenarios colaborativos para identificar el impacto que puede tener sobre los costos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los inventarios son el conjunto de bienes en posesión de una empresa que pueden servir de suministro para un proceso o ser el resultado del mismo, debido a esto, los inventarios suelen clasificarse principalmente en: inventario de materia prima o insumos, inventario de producto en proceso e inventario de producto terminado [1].

Se consideran los inventarios como uno de los activos más significativos dentro de una organización; ya que son parte importante del capital de trabajo [2], además estos influyen directamente en el desempeño de las empresas y las ganancias obtenidas, haciendo necesario realizar una apropiada planeación, evaluación y control sobre estos [3], de tal modo que se logren mitigar los impactos de la demanda fluctuante para evitar problemas de excesos o escasez [4], siendo posible así lograr el éxito empresarial. En [5] se menciona que 70 de cada 100 PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) en México, frustran sus operaciones y fracasan económicamente debido a la manera incorrecta de manejar los inventarios y almacenes.

Según [6] la variabilidad de la demanda es un parámetro que afecta considerablemente el nivel de inventarios y por consiguiente genera costos por desabastecimiento imprevisto, por mantener inventario, por faltantes, por seguros y obsolescencia; las empresas que no tienen clara esta dinámica se ven sometidas a que su capacidad de abastecimiento se vea reducida a causa de un incremento inesperado en la demanda y por otro lado a obtener un insuficiente nivel de servicio o pérdidas en las ventas debido a retrasos en las entregas por este factor.

A través de los años, por medio de la gestión de inventarios, han surgido en las industrias procesos más sistematizados que permiten la optimización de los costos en este eslabón de la cadena de suministro. La ineficiente administración de los inventarios afecta directamente los costos, generando en algunas ocasiones incrementos en el valor del producto [7].

Un claro ejemplo de las consecuencias generadas por una inadecuada gestión de inventarios se vivió en la empresa Fabricato [8], la cual decidió suspender sus operaciones durante 15 días con el fin de reducir sus inventarios, debido a que las ventas acumuladas se redujeron en un 5,6% con

respecto al primer periodo del año anterior; lo que generó un inventario mayor al que se debería tener, provocando que el EBIDTA disminuyera un 3,3%. Esto llevó a Fabricato a suspender su producción para evitar incurrir en costos de energía, costos operacionales y compra de materia prima.

Los esfuerzos realizados en el control y manejo de inventarios se basan en la gestión eficiente del proceso de circulación de mercancías en una empresa, con el fin de reducir los costos de inventarios generados principalmente por el exceso de unidades, lo cual genera problemas de espacio, reducción en las ganancias y costos de almacenamiento; sin dejar de lado la maximización de la capacidad de respuesta, que consiste en mantener la existencia de los productos en niveles esperados, con el objetivo de satisfacer siempre los requerimientos del cliente [9].

En la actualidad, los retos impuestos por la globalización obligan a las empresas a encontrar estrategias que les permitan obtener ventajas competitivas, destacarse y diferenciarse de sus competidores [10], por consiguiente, surge la necesidad de implementar la colaboración entre empresas o entre los diferentes eslabones de la cadena de suministro.

Los modelos de inventarios colaborativos tienen el fin de mejorar los flujos de información entre las partes involucradas, debido a que la escasa sincronización y disponibilidad de esta hace difícil la toma de decisiones relacionadas con el reabastecimiento, los inventarios y la generación o entrega de las órdenes de pedido [11]. La falta de cooperación y comunicación produce distorsión de la información, trayendo consigo principalmente una imprecisión en la predicción de la demanda futura, lo que genera un aumento en la cantidad y frecuencia de faltantes y una menor rotación del inventario que finalmente se traduce en aumento en los costos y disminución de la rentabilidad [12].

Cuando un colectivo de empresas realizan constantemente pedidos individuales y por lotes pequeños, no se dimensionan las desventajas que se pueden generar al realizar esta modalidad de compra, la cual lleva a un aumento significativo en los costos totales a causa del transporte de cada uno de los pedidos, el costo de preparación de la orden y la variación en los tiempos de entrega del

proveedor; llevando a que se desaprovechen oportunidades como las que ofrecen algunos distribuidores al otorgar descuentos por cantidad cuando se compra en grandes volúmenes [13].

En [14] se menciona que el comercio colaborativo es importante para obtener beneficios entre organizaciones; ya que cuando no se generan relaciones colaborativas entre estas no se suministran los servicios o productos en tiempo real. Así mismo, en [10] se define que cuando dos o más organizaciones no comparten una estrategia colaborativa, sus resultados individuales no proporcionan las mismas ventajas que cuando se trabaja en conjunto.

Por esto se construye un modelo de inventarios colaborativos, basado en un análisis de la literatura existente, recopilando información relevante de la implementación de dichos modelos en la industria, con el fin de construir un modelo teórico con las características que más se adecúen a un sector económico específico; considerando variables internas y externas a este, de tal manera que se minimicen principalmente los costos asociados a los inventarios.

A. Antecedentes

La colaboración es definida como la relación de dos o más empresas independientes que trabajan conjuntamente, con el fin de proyectar y llevar a cabo operaciones dentro de los eslabones de la cadena de suministro; de forma que se generen mayores beneficios que los conseguidos con el trabajo de forma individual [15]. Cuando se pretende implementar la colaboración dentro de la cadena de suministro, se interrelacionan y direccionan esfuerzos entre los entes que controlan el flujo del producto, esto requiere un flujo de información continuo y colaborativo además de una toma de decisiones en conjunto [16].

Como se puede evidenciar en [17] y [18] la necesidad de implementar la colaboración en las industrias, incentiva a generar teorías y soluciones de trabajo en conjunto, con el fin de que los procesos dentro de la cadena de suministro sean más eficientes, menos costosos, exista mucha más participación y sinergia entre el proveedor y el cliente, además de que se formen ventajas competitivas en conjunto; las teorías y ventajas que plantean los autores permitieron generar varias hipótesis como: “La superación de las resistencias estructurales y promover un mayor compromiso

con la colaboración” y “el impacto positivo en la administración de los procesos de negocios con la colaboración en la cadena de suministro”, la finalidad de estas y otras hipótesis fue corroborar la viabilidad de implementar procesos colaborativos entre empresas; esto se obtuvo a partir de la recopilación de resultados en anteriores investigaciones; las cuales se estudiaron por medio de técnicas de análisis numérico y dinámica de sistemas; lo que permitió determinar el impacto positivo y el desempeño en las organizaciones cuando se implementan modelos colaborativos.

En [19] se propone una metodología que pretende determinar el nivel de integración y colaboración entre los eslabones proveedor – fabricante – distribuidor, en empresas fabricantes y comercializadoras de madera y muebles en la ciudad de Barranquilla. Este análisis se basó en indicadores como el porcentaje de entregas puntuales de los proveedores, cantidad de productos defectuosos devueltos, niveles de inventario de producto terminado, entre otros. Durante el estudio, se llevó a cabo la aplicación de una encuesta en 27 empresas de dicho sector, enfocada en determinar el nivel de integración tanto interno como externo de las mismas, obteniendo como resultado que el nivel de integración interno es de 40% y el nivel de integración externa es de 21%, lo que denota que aun en industrias como la estudiada, es escaso un comportamiento colaborativo, debido principalmente a que las empresas sienten desconfianza y miedo de compartir información y concentran sus esfuerzos en realizar actividades individualmente.

Por otro lado, el estudio realizado en [20] plantea un modelo que también busca determinar el nivel de integración global entre empresas, centrado en tres dimensiones como lo son la integración estratégica, táctica y operativa, la validación de dicho modelo se llevó a cabo por medio de un cuestionario elaborado con base en preguntas claves, aplicado en una muestra de 36 empresas, los resultados generados después del análisis del cuestionario fueron que a nivel estratégico solo 3 empresas se encuentran en la etapa de la colaboración, a nivel táctico 2 y a nivel operativo 1, mientras que solo 2 de las 36 empresas se encuentran colaborando a nivel global, es decir solo estas han alcanzado un nivel de colaboración en todas sus dimensiones.

Lo anterior evidenció que la implementación de estrategias colaborativas entre empresas puede no haber avanzado mucho debido a que es necesario el intercambio de información relacionada con

procesos internos y externos, estrategias de negocio, objetivos, pronósticos de demandas, rutas, clientes, entre otra información que en ocasiones suele ser confidencial para algunas compañías.

Además en [21] y [22] se ve la importancia de los costos de transporte colaborativos, ya sea que estos costos se generen por la paralización de las actividades de transporte en la cadena de suministro o por políticas de aprovisionamiento sin colaboración; además se recalca la importancia de disminuir los recorridos en la entrega de mercancías de un proveedor a un cliente, ya que para ambos casos no solo significa una reducción en costos sino también disminución en las emisiones de CO₂ que produce el realizar transportes individuales, en ambos casos el método que se utilizó para realizar los análisis respectivos fue por medio del modelo de Markov; que permitió establecer, que los mecanismos de asignación para la distribución de costos cuando se trabaja de manera colaborativa disminuye los costos logísticos totales, esto generó el desarrollo de políticas y/o contratos que generen colaboración y a su vez una reducción en los costos de transporte y las distancias que este genere.

En el estudio presentado en [23] se busca realizar un análisis cuantitativo que permita determinar las ventajas de la implementación de la colaboración en el área de los inventarios, se menciona además la importancia de mantener altos los niveles de colaboración entre los diferentes actores involucrados en la cadena de suministro, con el fin de lograr una reducción en los costos totales de los inventarios y la operación en general. Se realizó una comparación entre los modelos de inventarios usuales (individuales) y los colaborativos, basándose en un estudio cuantitativo con el modelo cantidad económica de pedido (EOQ) y algunas variaciones sobre este y teniendo en cuenta el rendimiento de estos modelos mediante indicadores de eficiencia como la rotación del inventario y la disponibilidad. Finalmente se obtuvo que los costos totales por año para un modelo colaborativo se reducen aproximadamente a la mitad de los costos individuales, sin embargo, pueden disminuir aún más si se le da a esta colaboración un enfoque de Justo a Tiempo (JIT).

Con el fin de enfrentar los retos impuestos por la globalización y generar altos niveles de satisfacción en los clientes, las empresas han buscado estrategias que les permitan obtener ventajas competitivas por medio de la integración de los actores participantes de la cadena de suministro. En la investigación realizada en [24] se plantea un nuevo modelo de inventarios basado en el EOQ

Y Cantidad de pedido en producción (POQ) que buscó principalmente aumentar la ganancia promedio esperada de la implementación de actividades colaborativas entre el fabricante, el proveedor y el minorista, este se basó en variables de decisión como número de lotes, tamaño de los pedidos, entre otras. Finalmente se analiza cuantitativamente el modelo, se calculan las ganancias promedio esperadas del minorista, el fabricante, el proveedor y el sistema total con colaboración, y según los resultados obtenidos se concluye que el modelo de cadena de suministro donde se toman decisiones colaborativas es mucho más rentable que uno donde se hace de manera individual y se hace énfasis en que la toma de decisiones en colaboración es la mejor forma de maximizar el beneficio total para todos.

En la actualidad se evidencia la creación de modelos de inventarios colaborativos, como es el caso del trabajo presentado en [10] el cual muestra la aplicación de VMI (modelo de inventario manejado por el vendedor) en una empresa del sector alimentario; con el fin de reducir la incertidumbre de la demanda y favorecer el abastecimiento continuo del proveedor al comprador, disminuyendo costos por faltantes y conservando los niveles de inventario adecuados en todo momento. Para comprobar la efectividad del modelo VMI en el caso, se realizó el cálculo de las cantidades de reabastecimiento y sus respectivos costos, usando tres métodos: el modelo del problema del joven vendedor de periódicos, el modelo de action-reward learning y el promedio de la demanda ocurrida en los tres periodos inmediatamente anteriores. Se concluye que esta última estrategia genera los menores costos, debido a que dichos cálculos se realizan con la información en tiempo real entregada por el proveedor. El éxito de este modelo se atribuye a que el flujo de información entre el proveedor y el cliente es eficiente y que entre ellos se implementan relaciones basadas en la confianza.

De acuerdo con la literatura revisada, es posible determinar que el uso de inventarios colaborativos es realmente útil para el desarrollo de nuestra propuesta, ya que en la mayor parte de los casos se puede ver que la integración y colaboración entre los eslabones de la cadena de suministro proporciona una solución a los problemas que se pretenden atacar. En artículos como [23] y [24] se observa como por medio de la colaboración entre los diferentes actores de la cadena de suministro es posible conseguir principalmente una reducción en los costos totales de operación y

un incremento en la rentabilidad, que es uno de los principales temas a tratar en este trabajo investigativo.

La importancia de la cooperación y colaboración entre los actores involucrados en la cadena de suministro está presente en la mayor parte de la literatura consultada, ya que por ejemplo los inadecuados niveles de inventarios no son problemas que puedan ser atribuidos a la gestión realizada por una sola área, esto inicia por la descoordinación y falta de comunicación desde el área de compra de materias primas hasta el área de ventas y como se menciona en [18], una correcta administración colaborativa de los negocios tiene una relación muy estrecha con el éxito de la cadena de suministro, ya que la alineación estratégica y la necesidad no solo de compartir metas en común sino también información relevante, hacen a la colaboración parte de una metodología exitosa que conlleva a optimización de los procesos y con esto reducción en costos en las diferentes organizaciones.

III. JUSTIFICACIÓN

Diferentes autores como [10], [21] y [25], mencionan que gran parte de los costos operativos están asociados a los altos o bajos niveles de inventario y a una demanda que fluctúa constantemente. Por esta razón, las empresas se han visto obligadas a indagar diferentes maneras de reducir los costos y hacer más eficientes los procesos de circulación de mercancías, generando la necesidad de implementar métodos de optimización de costos a través de la dinamización de las actividades en la cadena de suministro, específicamente en la gestión de inventarios.

Así como se menciona en [12] y [26] las empresas que invierten sus esfuerzos en generar una eficiente colaboración, obtienen mejores resultados que las que trabajan de manera individual; ya que de la implementación de estos modelos se obtienen sinergias que permiten disminuir costos, aumentar la rentabilidad y mejorar el nivel de satisfacción de los clientes. Los modelos de inventarios colaborativos surgen como una estrategia que permite aumentar el desempeño de las empresas, sincronizando los eslabones de su cadena de suministro, de forma tal que se logre principalmente la minimización de costos. Se realizará la construcción de un modelo teórico de inventarios colaborativos, que permitirá la reducción de costos asociados al proceso de abastecimiento de las empresas comercializadoras de telas del centro de Medellín, este a su vez proveerá de ventajas competitivas a dichas empresas.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Proponer un modelo de inventarios colaborativos que se adapte a las características de las empresas comercializadoras del sector textil en el área centro de la ciudad de Medellín, que considere las principales variables de desempeño en la gestión de inventarios con el fin de disminuir los costos totales asociados al abastecimiento.

B. Objetivos específicos

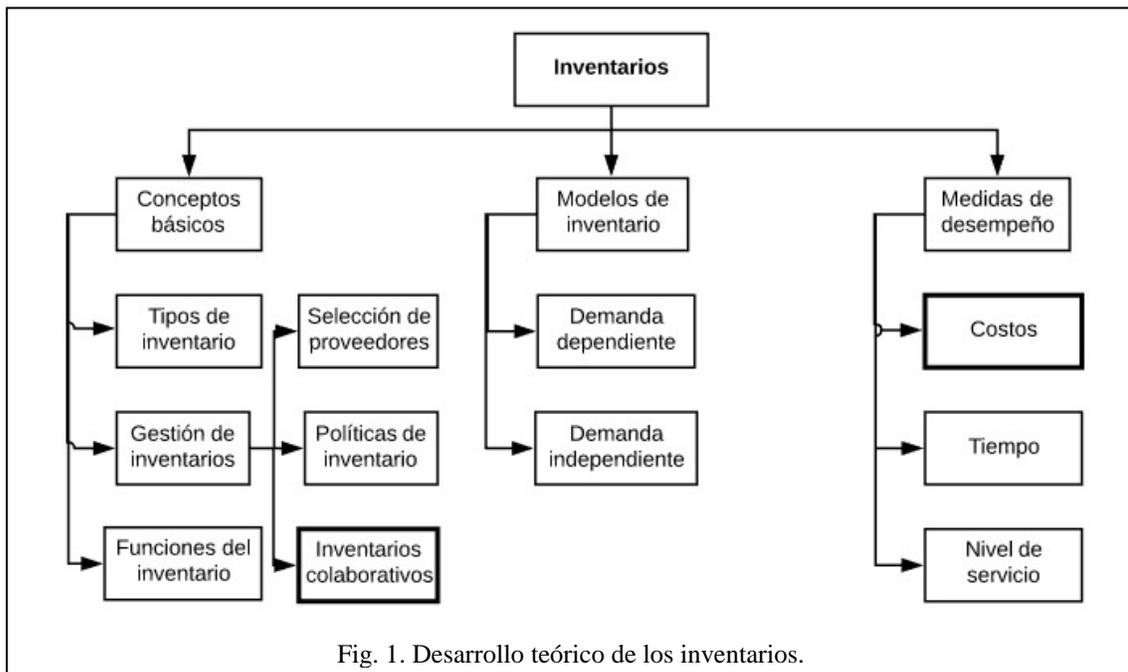
- Caracterizar el proceso de abastecimiento en empresas del sector textil para identificar los actores, flujos de información y materiales.
- Determinar el comportamiento de las diferentes variables involucradas en los procesos de abastecimiento con el fin de establecer las entradas y salidas que alimentarán el modelo.
- Formular un modelo de inventarios colaborativos que permita minimizar los costos asociados al abastecimiento empresas del sector textil.
- Validar a través de una simulación la efectividad el modelo propuesto, basados en la minimización de costos.

VI. HIPÓTESIS

El modelo de inventarios colaborativos adaptado a las condiciones y variables de desempeño de las empresas comercializadoras de telas del centro de Medellín disminuirá los costos totales relacionados con el proceso de abastecimiento

VII. MARCO TEÓRICO

En la Figura 1 se presentan los conceptos teóricos que servirán como base para la construcción del proyecto de investigación. Se parte de un análisis de los conceptos relacionados con los inventarios, estando incluidos dentro de estos los inventarios colaborativos, los cuales son el insumo principal de este proyecto; además se incluyen las medidas de desempeño que permitirán evaluar la efectividad del modelo de inventarios colaborativos propuesto.



A. *Inventario*

Los inventarios son todos los bienes que permiten ejecutar operaciones que generan utilidades para las organizaciones y representan una parte importante de los activos de estas [2]. Además los inventarios son importantes en la cadena de suministro; ya que aportan ventajas competitivas y estrategias que ayudan a incrementar la capacidad de respuesta, esto se traduce en mejores niveles de servicio, disminución de costos, eficiencia en los procesos y una mayor rentabilidad [27].

B. Conceptos básicos

Una adecuada administración de los inventarios puede evitar que en una empresa se presenten bajos niveles de servicio debido a clientes insatisfechos, problemas financieros y obsolescencia; además de que asegura que la empresa cuente siempre con materiales suficientes para poder llevar a cabo su actividad comercial sin llegar a caer en los extremos de los faltantes o sobrantes. Es por esto que la gestión de inventarios es una de las actividades logísticas más importantes dentro de una compañía, ya que por medio de esta es posible reducir costos e incrementar sus ganancias.

C. Tipos de inventario

De acuerdo con [28] los inventarios se clasifican en 6 tipos, estos son:

1. Inventario de materias primas: Es aquel que fue adquirido por la empresa con el fin de utilizarlo en el proceso de producción, pero aún no se ha procesado y se encuentran en circulación en los diferentes niveles de la cadena de suministro.
2. Inventario de trabajos en curso o semielaborados (Work in Process-WIP): En este tipo de inventario se encuentra la materia prima que se ha transformado parcialmente, el tiempo que necesita un producto para ser fabricado es llamado tiempo de ciclo; este es un indicador que determina que entre menor tiempo de ciclo se tenga, se reducen los niveles de inventario.
3. Inventarios de productos terminados (Finished goods inventory-FGI): En este inventario hacen parte los productos que ya terminaron su proceso, es decir, que están terminados, en el almacén y listos para ser enviados a los consumidores o clientes.
4. Inventario en ductos: Este tipo de inventario se refiere a los productos que están en la cadena de distribución o en camino a su cliente final.
5. Inventario de tiendas generales: Este inventario contiene productos que soportan y ayudan a que la operación se lleve de manera exitosa, un claro ejemplo es una gran planta de manufactura.
6. Inventario de suministros de mantenimiento, reparación y operación (MRO): Se componen básicamente de los artículos para el mantenimiento, reparación y en proceso productivo, este tipo de inventario es necesario para tener en funcionamiento la maquinaria y los procesos,

este tipo de inventario tiene 2 categorías: consumibles (tuercas, pernos) y rotativo y reparable.

D. Gestión de inventarios

Según Julián y ramón [29] y [30] la gestión de inventarios es entendida como todas aquellas actividades encargadas de proporcionar dentro de las organizaciones, todos los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo sus procesos productivos o de servicios, asegurando un ritmo continuo y sin paradas, de forma que el resultado final del proceso este a tiempo en manos de los clientes. Algunas de las funciones de la gestión de inventarios son: almacenar todos los insumos o materiales asegurando el buen estado de los mismos, determinación de las existencias, generación de los puntos de reorden y así mismo el control de la producción, entre otras.

Para [27] la gestión eficiente de inventarios debe considerar los siguientes aspectos:

- Tomar en cuenta el hecho de que la demanda de la cadena es irregular
- Ajustar las políticas de inventario si la demanda es estacional
- Usar la simulación para probar las políticas de inventario
- Comenzar con un piloto
- Vigilar los niveles de servicio
- Enfocarse en la reducción de inventarios de seguridad

Es importante para una administración adecuada de los inventarios, contar con indicadores que garanticen el buen funcionamiento y la eficiencia de estos en los procesos, por esto [31] menciona los indicadores que miden una buena gestión de inventario:

- Índice de Rotación de Mercancías, el cual genera una relación entre las ventas y las existencias promedio:

$$\left(\frac{\text{Ventas Acumuladas}}{\text{Inventario Promedio}} \right) * 100 \quad (1)$$

- Índice de duración de mercancía, el cual genera una relación entre el inventario final y las ventas promedio del último periodo:

$$\left(\frac{\text{Inventario final}}{\text{Ventas promedio}} \right) * 30 \text{ días} \quad (2)$$

- Índice de exactitud del inventario: Se determina midiendo el costo de las referencias que en promedio presentan irregularidades con respecto al inventario lógico valorizado cuando se realiza el inventario físico:

$$\left(\frac{\text{Valor diferencia en \$}}{\text{Valor total de inventarios}} \right) \quad (3)$$

1) *Sistema de inventarios*

Son configuraciones que resultan útiles para controlar de una manera eficiente los niveles de existencia de productos y permiten tener conocimiento de la cantidad que se debe pedir de cada ítem y en qué momento pedirlos [2]. El principal objetivo de los sistemas de inventarios es proveer a la organización de operaciones flexibles para las áreas administrativas, además disminuir progresivamente las fluctuaciones entre la oferta que generan costos adicionales en las operaciones [32].

2) *Factores en la toma de decisiones de inventarios*

Por otro lado [2] muestra factores importantes en la toma de decisiones, que se deben considerar para tener un manejo eficiente de los inventarios y una respuesta rápida para los clientes:

- **Inventario en ciclo:** Es el promedio de la cantidad de inventario que se utiliza para satisfacer los requerimientos de los clientes, este se recibe por parte del proveedor. Las dimensiones de este tipo de inventario resultan de la compra de materia prima, transporte, así como también la producción de la fábrica; cuando se obtienen grandes volúmenes de materia prima para generar descuentos por cantidad de pedido, esto puede generar aumento en costos por manejo; por esta razón las organizaciones deben tener en cuenta cual es la cantidad que deben ordenar y con qué frecuencia hacerlo.

- **Inventario de seguridad:** Es aquel que las organizaciones tienen como excedente para cuando sucedan cambios inesperados de la demanda, esto se debe a que la demanda siempre incierta y por esta razón se requieren procesos estocásticos que generen un equilibrio entre los costos de grandes niveles inventarios y los costos por pérdida de ventas, garantizando así un nivel de reserva óptimo.
- **Inventario estacional:** Este inventario disminuye la fluctuación de la demanda, ya que la materia prima es adquirida, procesada y almacenada en situaciones de baja demanda con el fin de atender futuros incrementos en esta; es decir, en periodos cuando ellos no cuenten con la capacidad de producción requerida.
- **Nivel de disponibilidad del producto:** Es la proporción de la demanda que se satisface justo a tiempo teniendo en cuenta las cantidades que se mantienen en el inventario. Cuando los niveles de disponibilidad son altos, la capacidad de respuesta es mayor, pero los costos aumentan; por esta razón debe existir un equilibrio entre la disponibilidad de producto en inventario, el costo de inventario por incrementar la disponibilidad y los perjuicios económicos por no atender la demanda justo a tiempo.

3) Selección de proveedores

Es el proceso de seleccionar empresas que cuenten con ciertos criterios de evaluación para proveer de los mejores bienes y servicios a las organizaciones; con el fin controlar el flujo eficiente de materiales, desde que estos ingresan al almacén hasta que terminan su proceso de transformación y son utilizados o consumidos por los clientes.

Por otro lado, en [33] se define como el proceso donde un comprador encuentra, examina y selecciona el proveedor que más se ajuste a sus necesidades; esta selección es una labor exclusiva del área de compras y es una táctica que utilizan las organizaciones para generar valor a largo plazo y ser competitivas en el mercado; es importante mencionar que las maneras de analizar a los proveedores dependen de las prioridades, capacidades y estrategias de las empresas.

La selección de proveedores es una tarea crucial en las operaciones de las organizaciones y debe estar enfocado en la calidad ya que cualquier efecto negativo que suceda en esta puede afectar directamente las gestiones que se hagan a lo largo de la cadena de suministro [34].

En [35] se mencionan que cuando se selecciona un proveedor se deben tener múltiples enfoques o criterios, con el fin de que la elección no presente incertidumbre; así como también [36] en la exploración que realizó de la literatura encontró que los métodos para la selección de proveedores se encuentran en 3 categorías: modelos de ponderación lineal, programación matemática y estadística; donde los métodos de ponderación lineal son los más usados para asignar un valor a cada criterio y elegir aquel que muestre mayores beneficios para la toma de decisiones.

De acuerdo con [37] los criterios comúnmente usados para la evaluación de proveedores son: la calidad, capacidad técnica y tecnología usada, posición y situación financiera, instalaciones de producción y capacidad, entrega, flexibilidad y respuesta al cambio, precio, servicio post-venta, cantidad de negocios anteriores, facilidad para establecer comunicación, gestión y organización, sistemas de comunicación, ubicación geográfica, imagen e impresión en conversaciones, historial de rendimiento, cumplimiento de los procedimientos y disciplina, acuerdos de reciprocidad, garantías y políticas de reclamos, reputación y posición en la industria, deseo de entablar negocios, economía, controles de operación.

También en [27] se menciona que se debe garantizar un seguimiento a las métricas que tienen relación con el abastecimiento, estas son:

- Días pendientes por pagar: Permite determinar el número de días entre que el proveedor ejecuta la tarea y este recibe su pago.
- Precio promedio de compra: Permite determinar el precio promedio al cual se adquirieron los productos o servicios durante un periodo de 12 meses. Este deberá ser ponderado por la cantidad comprada a cada precio.
- El rango de precios de compra: Permite determinar la variación en el precio de compra durante un periodo determinado. Su principal objetivo es identificar si la cantidad comprada se relaciona con el precio.

4) *Políticas de inventario*

Son aquellas reglas que definen las acciones que se deben tomar en cuanto a los inventarios, si es necesaria la fabricación o es más conveniente adquirir cierto producto y en qué cantidad se requiere este; además, las políticas de inventario también permiten el posicionamiento de un producto frente a la demanda o especulación del mercado y proporcionan una visión integrada acerca de la administración y manejo tanto de materias primas como de productos terminados [38].

Para [29] son aquellas estrategias utilizadas por las organizaciones para determinar los niveles de existencia óptimos; esto permite una reducción considerable de los costos; ya que determinan la cantidad óptima que se debe ordenar y en qué momento generar una orden.

Para [1] las políticas de inventario es importante tener en cuenta que se pueden ejecutar de 2 maneras:

- Las políticas revisión periódica que se hace del inventario, la cual se calcula por medio de ROP o punto de reorden, este permite determinar el punto en el que se debe volver a realizar un pedido de materiales y la forma matemática para calcular este es:

$$ROP = D * \left(T + \frac{P}{2} \right) + SS \quad (4)$$

Donde:

D= Es la demanda diaria promedio, en unidades.

T= Duración del ciclo de desempeño promedio.

P= Periodo de revisión en días.

SS=Existencias de seguridad.

- Las políticas revisión perpetua: Esta política de inventario gestiona una revisión constante del mismo, con el fin de determinar la demanda o reabastecimiento necesario. Es preciso contar con datos precisos de los SKU (Stock-keeping unit) o códigos de referencia de los

artículos, con el fin de determinar el punto para realizar un pedido nuevamente y en qué cantidad; la forma matemática para calcularlo es:

$$ROP = D * T + SS \quad (5)$$

Donde:

D= Es la demanda diaria promedio, en unidades.

T= Duración del ciclo de desempeño promedio.

SS=Existencias de seguridad.

5) *Clasificación de inventarios*

Para una adecuada administración de los inventarios es indispensable tener una clasificación de los productos y contar con datos precisos, que permitan identificar cuáles son los productos o artículos que genera mayor rentabilidad; para esto se realiza un análisis ABC [39].

Análisis ABC: Este análisis se realiza con el fin de clasificar el inventario de acuerdo a su volumen anual en dinero. También es comúnmente conocido como principio de Pareto aplicado a los inventarios; ya que permite enfocar los esfuerzos en los productos cruciales y no en los triviales; un indicador del análisis ABC es el volumen anual; este se realiza así [40]:

$$Volumen\ anual = Demanda\ anual * Costo\ de\ unidad \quad (6)$$

E. Inventarios colaborativos

Son aquellos usados por el vendedor y el comprado como una herramienta táctica para controlar los niveles de inventario, y en la mayoría de las ocasiones que estos sean lo más bajos posibles sin que se afecten los niveles de servicio; es por esto que los inventarios colaborativos minimizan costos totales y mantienen un inventario óptimo que permita satisfacer la demanda [23].

Para [19] la función principal de los inventarios colaborativos es la alineación, sinergia y coordinación que tiene que existir entre las partes involucradas en las labores que se desarrollan dentro de la cadena de suministro, además de una planeación estratégica para generar resultados que permitan maximizar beneficios; es por esto que se generan e implementan diferentes estrategias y políticas de inventario que disminuyen los costos en las operaciones y a su vez eliminan los efectos que genera la variación constante de la demanda.

Para [20] se llama ICS (integración de la cadena de suministro) a todas aquellas actividades que propenden una sincronía entre lo solicitado por los clientes y los flujos de materia prima; principalmente se enfoca en cuestiones estratégicas y tácticas de los procesos tanto al interior de la organización como externamente. Existen varios modelos de colaboración en inventarios, estos son:

Modelo CPRF (collaborative planning, forecasting, and replenishment): Es el primer paso para desarrollar trabajo colaborativo y es el proceso por el cual se coordinan los métodos de planeación para atender la demanda, además permite pronosticar y reabastecer en conjunto; el CPRF se practica en las organizaciones con el fin de lograr una comunicación efectiva con el cliente; ya que permite compartir información para ser utilizada de manera repetitiva y conjunta [38].

Modelo de respuesta rápida o Quick Response (QR): se centra en una colaboración entre minoristas y proveedores por medio de herramientas tecnológicas que faciliten el flujo de la información y provean a ambas partes de respuestas rápidas y eficientes que agilicen las gestiones de inventario y a la vez se genere un abastecimiento de mercancía de acuerdo con los patrones de comportamiento de los clientes. Para lograr la aplicación de este modelo es necesario que no solo el que proveedor tenga conocimiento de la información de las ventas en tiempo real, sino también que las partes involucradas en la cadena de suministro compartan dicha información, con el fin de abastecerse de cantidades pequeñas de determinados productos, y así evitar una rotura de stock; para este modelo los pedidos se realizan en cortos periodos de tiempo, es decir entre días [38].

Modelo de Inventario Administrado por el Vendedor o Vendor Managed Inventory (VMI): es una mejora realizada al modelo QR, en donde proveedor es quien toma las decisiones sobre el

tamaño de los pedidos y las fechas de entrega al minorista, esto hace eficiente la distribución de mercancías y mejora el flujo de información tanto con los proveedores como en la cadena de suministro, evitando así que los pedidos se realicen entre días y logrando que las actividades de reabastecimiento se efectúen de manera continua.

La diferencia entre QR y VMI radica en que en el QR el minorista es quien toma las decisiones de abastecimiento, mientras que en el VMI el proveedor es quien decide el abastecimiento de cantidades pequeñas de determinados productos al minorista y es este quien adquiere la responsabilidad de actualizar las existencias del minorista y de conservar una rapidez del inventario [38].

Modelo de perfil de reabastecimiento o Profile Replenishment (PR): es más amplio que los dos anteriores, ya que permite que el proveedor se anticipe a los requerimientos futuros del minorista, basándose el conocimiento general que posee sobre el perfil de un producto específico; esto significa, tener en cuenta la combinación de colores, dimensiones o productos que se suelen comercializar de manera continua y por unidades [38].

F. Funciones del inventario

El inventario forma una parte esencial en el desarrollo interno de una empresa, sin importar su actividad económica o tamaño, esto se debe a que cuando se le da el manejo adecuado, es posible obtener una flexibilidad en las operaciones de la empresa que permiten tener un mayor control en la fabricación y comercialización de los productos. Según [13] las cuatro principales funciones del inventario son:

1. Permitirle a la empresa por medio de un stock de seguridad responder satisfactoriamente a la fluctuación inesperada de la demanda, evitando así tener bajos niveles de servicio por incumplimiento.
2. Obtener descuentos por cantidad, cuando se realizan grandes compras de materia prima o insumos, por ejemplo, el proveedor puede ofrecer a la empresa descuentos por cantidad que pueden ser aprovechados para reducir costos o tiempos de aprovisionamiento.

3. Brindan protección hacia incrementos inesperados en la inflación, lo que trae consigo un incremento de los precios.
4. Desarticular cada una de las partes del proceso productivo. Tener cantidades extras adecuadas para evitar por ejemplo los problemas ocasionados por los retrasos en los tiempos de entrega de los proveedores.

G. Modelos de inventario

Son métodos cuyo objetivo es reducir los niveles de inventario que se tienen dentro de una compañía al mínimo posible, sin llegar a afectar el ritmo normal de las operaciones y sin generar problemas de incumplimiento de la demanda.

Los modelos de inventario suponen que se pueden presentar productos con demanda independiente, que es cuando la venta de un artículo es totalmente indiferente a la venta de otro, por ejemplo, la demanda de artículos para la cocina es totalmente independiente de la venta de prendas para el invierno; y además productos con demanda dependiente que es cuando la venta de algún producto está ligada totalmente a la venta de otros, por ejemplo la venta de hornillas para estufa depende de la cantidad de estufas que sean comercializadas [13].

1) Modelos con demanda independiente

Se entiende como aquella que se genera a partir de decisiones ajenas a la organización. Para la demanda independiente existen 3 modelos cuyo objetivo principal es minimizar los costos totales. Estos modelos describirán a continuación:

El Modelo básico de la cantidad económica de pedido o lote económico (EOQ: Economic Order Quantity), es aquel donde la demanda es conocida y constante, el tiempo entre la poner orden de compra y recibirla es conocida y constante; además este pedido se recibe de manera inmediata y en un solo lote; aquí los descuentos por cantidad son despreciables y los únicos costos que cambian son el costo de preparar y el costo de mantener. Por otro lado, el **modelo de la cantidad económica a producir** se da cuando existen dos situaciones, la primera es cuando el

inventario fluye continuamente o este se amontona por un periodo de tiempo después de haber generado la orden de compra, mientras que la segunda situación sucede cuando lo que se produce en fabrica se vende inmediatamente. Por último, *el modelo de descuento por cantidad* se genera cuando los precios de los productos se reducen debido a compras de grandes cantidades de unidades [40].

Además de los modelos mencionados anteriormente, existe otro que es *el modelo probabilístico de inventario de seguridad*, el cual se da cuando la demanda es desconocida, pero puede determinarse mediante una distribución de probabilidad. Existen otros modelos probabilísticos que consideran situaciones como: una demanda que variable y un tiempo de entrega constante, un tiempo de entrega variable y una demanda constante y por último tanto la demanda como el tiempo de entrega son variables.

2) *Modelos con demanda dependiente*

Se entiende como aquella demanda que se relaciona con la demanda de otro producto; para conocer esto es preciso generar planes maestros que determinen la dependencia o no de la demanda de un producto específico. Para este tipo de demanda existen 3 técnicas que se analizarán a continuación:

La Técnica de Planeación de Requerimiento de Materiales (*Material Requirement Planning, MRP*), es aquella que proyecta su abastecimiento basándose en pronósticos de ventas anteriores, con el fin de garantizar una fabricación de productos con un abastecimiento óptimo y sin stockouts de partes. Por otro lado, la Técnica de Planeamiento de Requerimientos de Capacidad (*Capacity Requirement Planning CRP*), planea la cantidad de materiales de acuerdo con la capacidad las máquinas existentes en los centros de producción. Y la Técnica de Planeación de Recursos de la Empresa (*Enterprise Resource Planning, ERP*), simplifica y automatiza las actividades comerciales por medio de sistemas de información y análisis de datos que almacenan la información necesaria para coordinar las operaciones de la empresa [13].

H. Medidas de desempeño

Con el fin de determinar el rendimiento del proceso de gestión de inventarios, y más exactamente la eficiencia, eficacia y calidad de los modelos de inventarios, se plantean tres indicadores: costos, tiempo y nivel de servicio; estos servirán como instrumento para poder comparar y determinar las ventajas que se obtengan del modelo de inventarios colaborativos propuesto, con respecto al modelo de inventarios que actualmente utilizan las empresas.

1) *Costos*

Para [41] existen tres costos importantes que determinan una buena política de inventario, estos son:

Costos de adquisición o de ordenar: Son aquellos que están relacionados con el reabastecimiento del inventario y con todos los costos que se asocian a este proceso, tales como: precio de la mercancía por diferentes tamaños de pedido, costo de procesar el pedido a lo largo de los departamentos administrativos de la organización, costo de transferir el pedido al punto de suministro, costos de transporte, costo de manejo de productos cuando se reciben.

Costos de manejo: Estos costos se obtienen por almacenamiento de mercancía por un determinado tiempo; estos costos se dividen en 4 clases como:

- Costo de espacio: Son los costos que se generan por el volumen de productos almacenados en una bodega.
- Costos de capital: Es el capital invertido en inventario, que está dejando de producir ingresos por estar inmóvil.
- Costo de servicio de inventario: En estos costos se ven reflejados principalmente los costos por seguros; esto sucede debido a que, a mayor cantidad de productos almacenados mayor será el costo por asegurarlos; también se incluyen los impuestos que la mercancía almacenada genere.
- Costo de riesgo de inventario: Son aquellos que pueden generarse obsolescencia de la mercancía, daño, pérdida o robo de la misma.

Costos por faltantes: Estos costos se dan cuando no se tienen en inventario los productos que requiere el cliente, esto genera 2 tipos de costos:

- Costos por pérdida de ventas: Ocurre cuando por falta de inventario el cliente decide cancelar la orden de compra.
- Costos por pedido pendiente: Ocurre cuando la venta no está perdida, únicamente se retrasa en el tiempo de entrega al cliente; esto genera costos administrativos adicionales y en algunas ocasiones genera multas y pérdida de ventas futuras.

2) *Tiempos*

Para [42] los indicadores de tiempo permiten determinar los retrasos que se generan en los procesos tanto de abastecimiento como producción. Estos son:

- Ciclo total de un pedido: Mide el tiempo que pasa desde el momento del envío de la orden de compra, hasta que el producto se entrega, se factura y se cobra.
- Ciclo de orden de compra: Determina el tiempo que tarda un proveedor en responder y entregar un producto.

Duración del inventario:

$$Valor = \frac{Inventario\ final}{Ventas\ promedio} * 30\ dias \quad (7)$$

Ciclo de pedido en bodega o almacén: Es el tiempo que permanece un producto en bodega desde que se genera el pedido en el almacén hasta que es enviado.

- Tiempo en tránsito: Es el tiempo de transporte de los productos.
- Horizonte del pronóstico de inventarios: Es el tiempo y la periodicidad de los productos que se evaluaron en la demanda.

3) *Nivel de servicio*

Algunos de los indicadores que determinan un buen nivel de servicio son los indicadores de calidad, estos son:

Porcentaje de pedidos entregados correctamente

$$Valor = \frac{Pedidos\ entregados\ perfectos}{Total\ pedidos\ entregados} \quad (8)$$

Porcentaje de pedidos completos y con cantidades exactas

$$Valor = \frac{\#Pedidos\ entregados\ completos}{Total\ pedidos} \quad (9)$$

Porcentaje de pedidos despachados a tiempo y al lugar indicado

$$Valor = \frac{Pedidos\ entregados\ a\ tiempo}{Total\ pedidos\ entregados} \quad (10)$$

Porcentaje de pedidos documentados perfectamente

$$Valor = \frac{Facturas\ generadas\ sin\ errores}{Total\ facturas} \quad (11)$$

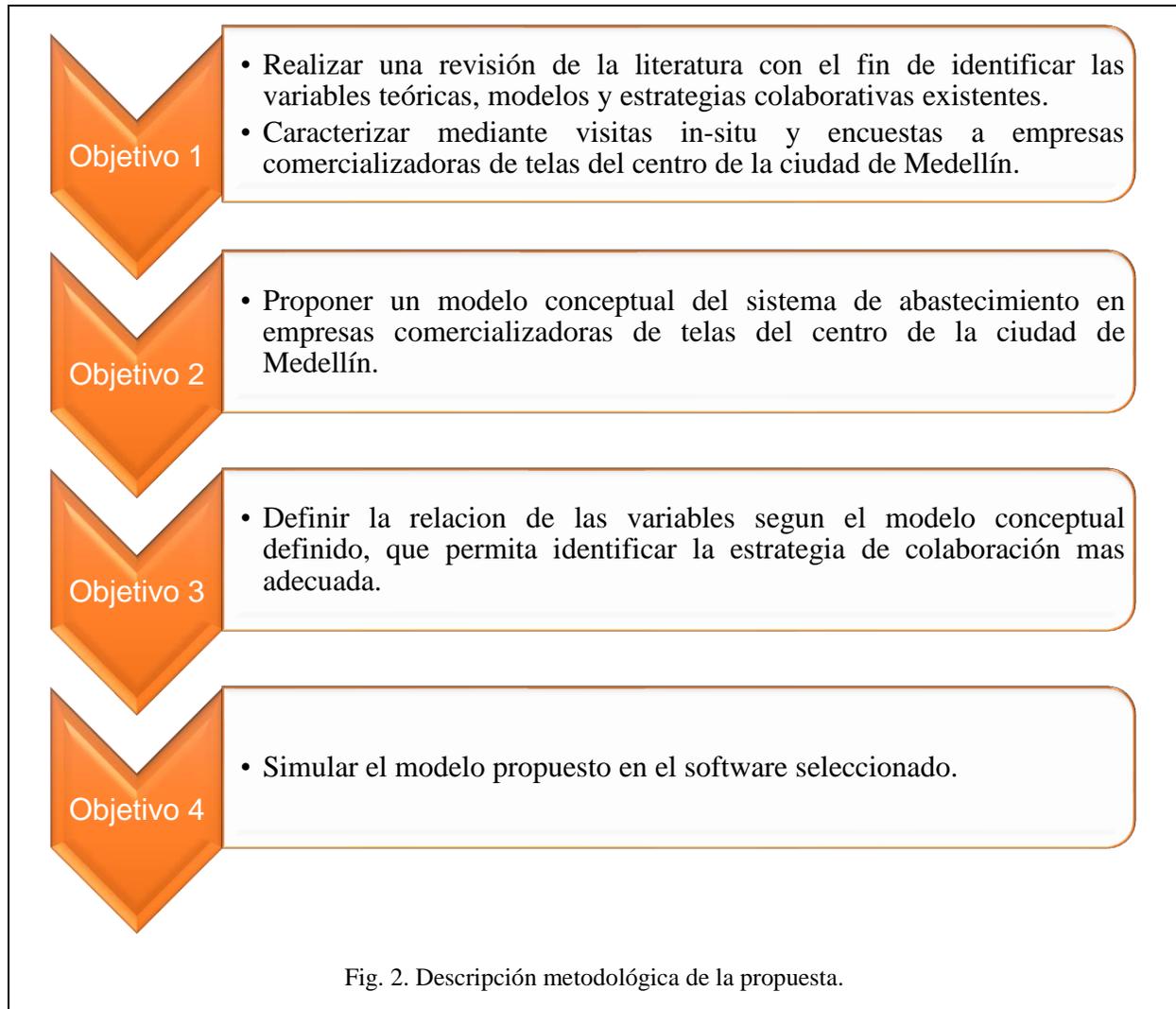
Otros indicadores que puede influir en un buen nivel de servicio son el porcentaje de mermas de la mercancía y el porcentaje de averías ocasionadas en el transporte.

VIII. METODOLOGÍA

Para lograr la consecución de los objetivos propuestos, se realizó una contextualización de los términos claves necesarios para abordar el tema de inventarios, identificando las variables que se involucran en todo el proceso de abastecimiento a través de una revisión de literatura; posteriormente, se realiza un levantamiento de información en empresas comercializadoras de telas del sector textil en el centro de la ciudad de Medellín; lo que permitirá caracterizar el proceso de abastecimiento en estas empresas

Los resultados obtenidos de las encuestas permiten seleccionar de los modelos colaborativos existentes, un conjunto de estrategias colaborativas que más se adecuen al comportamiento de las variables y características del proceso; obteniendo así un nuevo modelo de colaboración en inventarios, enfocado en disminuir principalmente costos. Con lo anterior, se desarrolla una simulación por medio de la cual se visualizarán las ventajas obtenidas por el modelo propuesto, considerando el indicador de costo.

Con el fin de describir el proceso metodológico que se siguió en este proyecto de grado, se presenta a continuación un diagrama que describe secuencialmente las actividades necesarias para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.



A. Revisión de la literatura

Se llevó a cabo una exploración de la literatura existente dentro de las bases de datos más confiables, de estas se extrajeron artículos indexados e información relacionada con el área de la gestión de inventarios, para esto se usaron palabras y frases clave como: modelos de inventarios, colaboración en la cadena de suministro, integración, indicadores, distribución, entre otras. Por medio de esta búsqueda fue posible recolectar la información pertinente para caracterizar el proceso de abastecimiento y obtener bases y criterios para identificar estrategias colaborativas de inventarios que pueden ser aplicadas según las condiciones del entorno estudiado, esto por medio de un análisis a las ventajas y desventajas obtenidas con la implementación de los modelos teóricos

existentes, las industrias donde han sido implementados y las medidas de desempeño (indicadores) con los cuales se evaluó el rendimiento de estos modelos.

Adicionalmente, se identificaron las variables que influyen en el proceso de gestión de inventarios, para esto se seleccionaron las variables involucradas en el proceso de abastecimiento, con el fin de generar un instrumento de medición basado en las variables más representativas para la caracterización del proceso y evitar así ruido o errores dentro del análisis realizado.

B. Caracterización

Con el fin de caracterizar el proceso de abastecimiento en empresas comercializadoras de telas del centro de Medellín, se visitaron empresas del sector legalmente constituidas; este acercamiento se realizó a más de 20 empresas del sector; sin embargo, la información solicitada fue suministrada por tan solo el 35% de ellas.

En el anexo 1 se muestra la información que se solicitó a las empresas y que permitió identificar las variables que influyen en el proceso de abastecimiento de dichas empresas y su comportamiento. Estas variables fueron contrastadas con la información teórica obtenida para así seleccionar las variables que componen el modelo teórico.

El protocolo que se cumplió al realizar el acercamiento a las empresas fue:

1. Realizar una presentación de las investigadoras y su perfil universitario.
2. Proporcionar al personal que se dispuso voluntariamente a brindar información, una explicación del objetivo final de la investigación, además de presentarles un consentimiento informado donde consta que la información brindada se utilizará únicamente con fines académicos.
3. Se proporcionó una copia de la información requerida.
4. Expresar agradecimientos y obtener medio de contacto para ofrecerle a la persona conocer los resultados finales de la investigación.

C. Proponer un modelo conceptual

Se desarrolló un modelo conceptual del proceso de abastecimiento en empresas comercializadoras de telas, por medio del cual será posible comprender el funcionamiento real del sistema. Se identifican variables cuantitativas como: costo de ordenar, costo de mantener, tamaño de bodegas, número de bodegas, número de pedidos y otras variables que ingresan o salen del proceso, además de los actores involucrados, con el fin de determinar su relación y comportamiento a lo largo de este; para dicha conceptualización se utilizó la caracterización de las variables identificadas en la primera etapa.

D. Definición del sistema

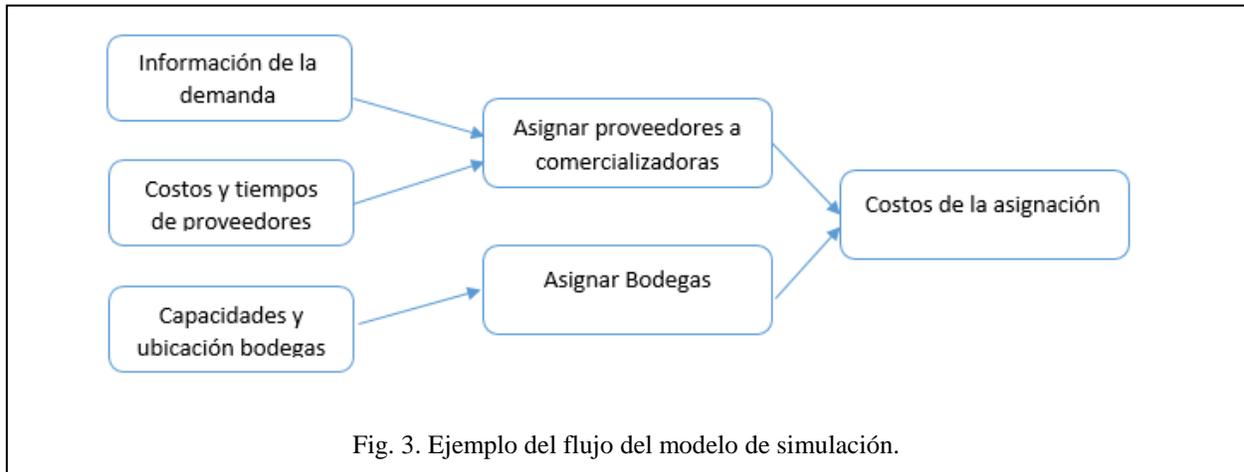
Se define la estructura del sistema, de forma que es posible determinar la relación directa e indirecta que puedan llegar a tener las variables dentro del mismo. Se seleccionaron de los modelos de inventarios colaborativos existentes, una o varias estrategias de colaboración aplicables de acuerdo con el sector, las condiciones y las características del proceso de abastecimiento establecidas en la etapa de diagnóstico.

E. Simular el modelo propuesto

Se eligió un software de simulación adecuado para el análisis de las variables seleccionadas y los datos obtenidos a partir del instrumento de medición, dicho software debe ser versátil y debe permitir la obtención de resultados dinámicos para escenarios donde se gestionan inventarios tradicionalmente o de forma colaborativa.

Para realizar una adecuada elección de la herramienta de simulación, se consideran preguntas como: ¿se cuenta con la información de entrada que requiere el software?, ¿el software que utilizo puede analizar el problema que se me presenta?, ¿puedo confiar en los resultados?, además de esto, la selección también estuvo restringida por las licencias con las que cuenta la universidad o las licencias temporales y gratuitas que brindan algunos programas con fines académicos, la cantidad de entidades y de variables de entrada y salida establecidas previamente para el modelo.

El modelo de simulación recibió tentativamente variables de entrada como costos inventario, numero de bodegas, capacidad de bodegas y numero de pedidos, las cuales posteriormente fueron procesadas según las condiciones internas de programación del software y permitieron obtener variables de salida asociadas a los costos, por medio de las cuales se determina la posible viabilidad de la implementación. A continuación, en la figura 3 se evidencia un ejemplo del flujo de algunas variables dentro del proceso.



IX. RESULTADOS

A. Análisis de la literatura revisada

Al analizar la literatura e identificar los diferentes modelos de inventarios colaborativos existentes, se encontraron modelos ajustados a empresas manufactureras, empresas comercializadoras de muebles, empresas del sector alimentario, empresas con inventarios perecederos, entre otros, además de modelos genéricos que no han sido aplicados a ningún tipo de industria en especial, cada uno de estos propone estrategias colaborativas para generar alianzas entre diferentes eslabones de la cadena de suministro, en algunos casos se observa colaboración entre un proveedor y un cliente, un proveedor y N clientes y en otros casos se puede dar la integración multinivel de varios participantes de la cadena de suministro. A continuación, se presentan algunos de los modelos analizados:

TABLA. I. MODELOS DE INVENTARIOS COLABORATIVOS ANALIZADOS EN LA REVISIÓN DE LA LITERATURA.

Nombre Modelo	Características	Variables	Sector de Implementación	Resultados	Estrategias de Implementación
<p>Reabastecimiento de inventario para productos agrícolas perecederos [43].</p>	<p>Los participantes de este tipo de modelo son solo el minorista y el proveedor, los inventarios de ambos se reponen periódicamente y el proveedor cuenta con una fuente de suministros ilimitada. La reposición del inventario de es el factor clave, ya que se manejan productos perecederos.</p>	<p>Nivel de Inventario, demanda del periodo n, tiempo de entrega para el minorista, capacidad de pronóstico del minorista, tiempo entre pedidos, cantidad de pedidos en un horizonte de tiempo, costo de ordenar, costo de mantenimiento, costo de la escasez, costo de deterioro de los productos perecederos, costo de oportunidad,</p>	<p>Sector Agrícola</p>	<p>La idea es determinar una política de pedidos optima, relacionada con productos perecederos; basado en la previsión colaborativa. Por medio del ejemplo numérico realizado se obtuvo que el costo de la cadena de suministro disminuye por la relación colaborativa del proveedor y el minorista, además se asegura que los consumidores estarán siempre abastecidos y que el nivel de inventarios será el ideal, de modo que al mismo tiempo se reduzcan costos.</p>	<p>Se realizó un ejemplo ilustrativo con datos supuestos.</p>
<p>Coordinación de la política de pedido / envío para el comprador y el proveedor [44].</p>	<p>Coordinación comprador – proveedor en un entorno JIT. Se tienen en cuenta todos los costos en los que incurre el proveedor en la generación y entrega de</p>	<p>Cantidad optima de pedido para el comprador, cantidad optima de envío para el proveedor, tamaño de lote, demanda anual</p>	<p>No se tiene un sector específico definido</p>	<p>Se obtiene que las ventajas del modelo son mayores a las obtenidas de los modelos tradicionales donde es el comprador quien define el tamaño optimo del pedido a su</p>	<p>Se realizaron Entrevistas a representantes de compras y proveedores. <i>“El tamaño de envío óptimo es una compensación entre</i></p>

	<p>sus pedidos y los costos de ordenar y recibir el producto por parte del comprador.</p>	<p>con tasa constante conocida, costo de ordenar, costo de preparar, costo anual de mantenimiento del inventario, precio de venta, tasa de producción, costo de mantener, costo de producción.</p>		<p>conveniencia. El modelo permite que ambas partes de la negociación obtengan reducción en sus costos.</p>	<p><i>el costo de mantenimiento del inventario y el costo de recepción de un envío.”</i></p> <p>Se consideran más viables los envíos pequeños y frecuentes de acuerdo con el JIT.</p>
<p>Modelo de inventario gestionado por un proveedor integrado para un sistema de dos niveles con reducción de costos de pedido [45].</p>	<p>Inventario administrado por el proveedor para suministrar a N compradores. Los tiempos de pedido de los compradores pueden ser diferentes, el tiempo de entrega es inmediato (tiempo entrega = 0), la falta de unidades no está permitida para el vendedor, tasa de producción infinita, todos los compradores adoptan la política VMI,</p>	<p>Costo del pedido de materias primas del proveedor, tiempo de ciclo de producción del vendedor, tasa de demanda de los compradores, número de compradores, costo por unidad, costo de mantener (materias primas y artículo terminado), costo total conjunto, numero de lotes de producción, costo de ordenar, tiempo de ciclo de</p>	<p>No se tiene un sector específico definido</p>	<p>Se demuestra que por medio de este modelo se disminuyen los costos conjuntos totales y que no necesariamente los tiempos de orden de los compradores deben ser los mismos para obtener dichas reducciones.</p>	<p>El proveedor es quien planea el reabastecimiento de modo que este pueda coordinar el tiempo de adquisición de su materia prima y su producción con los tiempos de entrega a sus compradores, logrando así que se reduzcan los costos conjuntos de inventario para él y todos los compradores.</p>

		producción, tiempo entre pedidos,			
Modelo y medidas de desempeño para colaboración en la cadena de suministro [46].	<p>Este modelo maximiza las ventas en un periodo de tiempo, considerando que la demanda del cliente es menor a su inventario.</p> <p>La precisión del pronóstico es independiente del número de unidades producidas y está determinada por el tiempo del intervalo.</p> <p>En el Stock Outs se mide la demanda total de clientes insatisfechos.</p>	<p>Cantidades vendidas, demanda del cliente, retailer, inventario al por menor, ganancia, ingresos, costo por unidad, % clientes satisfechos, % clientes insatisfechos, cantidad de producto, costos de reposición, precisión de pronóstico, stock outs, precio de unidades vendidas, número de unidades producidas.</p>	No se tiene un sector específico definido	<p>Al existir fluctuación de la demanda es posible que se incremente la producción manufacturera o en su defecto la flexibilidad en la cadena de suministro.</p> <p>Se puede argumentar que el uso de técnicas de optimización permite ayudar a elegir la mejor combinación de parámetros para generar cambios claves en la cadena de suministro.</p>	<p>Usar dinámica de sistemas para simular la colaboración en la cadena de suministro, usando medidas de desempeño para conocer el comportamiento de la colaboración dentro de la cadena de suministro</p> <p>PASOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Definir límites del problema. -Hacer modelo conceptual. -Ecuaciones matemáticas que relacionen el modelo especificado. -Los parámetros del modelo son cuantificados por medio de indicadores.
Modelo CPFR, CPFR avanzado, CPFR de aprendizaje [47].	(1) se consideran tres ítems, con la oportunidad de acumular y de envío anticipado dentro del período de planificación.	Demanda, varianza de demanda, tendencia de la demanda, precisión del pronóstico, CPFR o 'Avanzado' o	Automatización y optimización del proceso de negociación	El modelo "Avanzado" y el modelo "Aprendizaje" determinan costos totales más bajos que CPFR y cumplen con el objetivo de minimizar los costos.	<p>Se realizo un modelamiento con software SIMPLEpp</p> <p>Índices de rendimiento considerados:</p>

	<p>(2) cada período de planificación se compone de intervalos de tiempo de 3 semanas</p> <p>(3) el horizonte de planificación comprende ocho períodos de planificación, es decir el fabricante y el minorista negocian ocho pronósticos de ventas y ocho pronósticos de pedidos;</p> <p>(4) el intervalo de confianza corresponde al 99.5% de probabilidad.</p>	<p>'Aprendizaje' para minorista y fabricante</p>		<p>El modelo 'Avanzado' siempre exhibe un inventario total más bajo, presenta menores ventas totales perdidas y un stock-in medio más bajo en la mayoría de las combinaciones experimentales.</p> <p>El modelo "Aprendizaje" presenta costos totales más bajos, ventas perdidas totales menores y unos costos totales menores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costos totales, • Inventario total • Stock-in promedio
--	---	--	--	--	--

Adicionalmente, en [48] sugiere un modelo de colaboración gestionado por el proveedor bajo un contrato VMI-CS donde la cantidad de producción (suministro) es determinada por el proveedor, el precio de venta del producto es exógeno, la demanda del mercado está en una forma general y considera estrategias como: considerar el precio mayorista, la equidad en la asignación de utilidades en la cadena de suministro, la producción óptima del proveedor, derivar la condición de coordinación de la cadena de suministro únicamente cuando la equidad en la asignación de utilidades es significativamente grande y restringir la función de utilidad del minorista pero también fomentar el crecimiento de la ganancia.

Después de haber realizado este análisis, se encontró que el Vendor Managed Inventory (VMI), es un modelo ideal para tener un control mayor sobre las existencias del inventario y evitar de esta forma los excesos o faltantes, el VMI es un modelo de colaboración fácilmente adaptable a las condiciones de un entorno, si bien podemos encontrar casos en donde el modelo ha sido aplicado a la integración entre un proveedor y un cliente, en nuestro caso este también puede ser modificado según las condiciones del sector analizado, ya que se requiere que el modelo considere la relación entre uno o varios clientes con uno o varios proveedores.

B. Caracterización de las comercializadoras de telas del centro de Medellín

Se realizó un primer acercamiento a las empresas comercializadoras textiles del centro de la ciudad de Medellín, por medio de visitas realizadas a 14 locales comerciales, esto con el fin de conocer la disposición de los administradores de recibirnos como investigadoras de la Universidad de San Buenaventura y proveernos la información pertinente para las encuestas diagnósticas que, posteriormente se debían realizar. Al llegar a cada uno de los locales, se siguió el siguiente protocolo:

1. Se localizó dentro del local comercial al administrador, jefe o encargado del lugar y posteriormente, cada una de las investigadoras se presentó como estudiante de pregrado de la Universidad de San Buenaventura.
2. Se explicó el objetivo de la investigación y a su vez, se realizaron 4 preguntas básicas, necesarias en este primer acercamiento para caracterizar el sector. Las preguntas fueron:

- ¿Qué número de personas laboran en el lugar?
 - ¿Cuentan con bodega interna o externa?
 - ¿La bodega es individual o compartida?
 - ¿La actividad económica del local es netamente la comercialización de telas o cuentan con alguna otra actividad principal?
3. Finalmente, se le preguntó a cada persona si estarían dispuestos a recibirnos posteriormente con una encuesta más elaborada, con preguntas clave para realizar nuestro estudio, haciendo énfasis en la confidencialidad de los datos entregados y que el tiempo de aplicación de dicha encuesta sería lo más corto posible; si la respuesta resultaba ser positiva se le indagaba por el horario más adecuado para la visita, ya que se pudo observar que estos locales comerciales cuentan con una gran demanda y alto flujo de clientes.

Los datos obtenidos en las 14 empresas visitadas se presentan a continuación:

TABLA. II. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER ACERCAMIENTO.

Empresa	N° de Trabajadores	Bodegas				Actividad Comercial	Disposición para próxima encuesta Si/No
		Interna	x	Externa			
Textiles Empyesp	7	Individual	x	Compartida		Comercialización de telas	Si
		Interna	x	Externa			
TexKilos Distribuciones	4	Individual	x	Compartida		Comercialización de telas y artículos textiles	Si
		Interna	x	Externa			
2mil Tejidos	4	Individual	x	Compartida		Comercialización de telas	Si
		Interna	x	Externa			
Textiles Jiménez	N/A	Individual		Compartida		Comercialización de telas	(Pendiente)
		Interna		Externa			
Soho Textiles	5	Individual		Compartida		Comercialización de telas	Si
		Interna	x	Externa	x		
Textiles Portela	8	Individual	x	Compartida		Comercialización de telas	Si
		Interna	x	Externa			
Textiles F&M	10 (2 locales)	Individual		Compartida	x	Comercialización de telas	Si
		Interna	x	Externa			
Agencia Texticentro	N/A	Individual		Compartida		Comercialización de telas	(Pendiente)
		Interna		Externa			
Telas el Condor	N/A	Individual		Compartida		Comercialización de telas	No
		Interna		Externa			
Textiles Yoyo	6	Individual	x	Compartida		Comercialización de telas	Si
		Interna		Externa	x		

Textiles el Gato	10	Interna	x	Externa		Comercialización de telas	Si
		Individual	x	Compartida			
Textiles Doto Doto	10	Interna	x	Externa		Comercialización de telas	Si
		Individual	x	Compartida			
Portofino Textil	7 (2 locales)	Interna	x	Externa		Comercialización de telas	Si
		Individual		Compartida	x		
Comercializadora Faisan	35 (2 locales)	Interna	x	Externa		Comercialización de telas	Si
		Individual	x	Compartida			

De lo anterior se puede resaltar que, de 14 empresas consultadas, el 78% nos proporcionó una respuesta positiva al hecho de recibirnos posteriormente, colaborarnos con la encuesta de diagnóstico y ser partícipes de nuestro estudio. Las 2 empresas que aparecen con (Pendiente) en su disposición para la encuesta, nos proporcionaron correos electrónicos y números de teléfono para contactar a sus administradores por no encontrarse en el lugar o por encontrarse con muchas ocupaciones en el momento, y en la única empresa que se emitió una respuesta negativa, la administradora manifestó el hecho de no tener un control sistemático de sus inventarios y por ende la información que pudieran brindarnos en la encuesta no podría ser de gran ayuda (en su opinión). En las respuestas relacionadas con las bodegas de los locales comerciales, es posible evidenciar la falta de colaboración entre las empresas, ya que solo 2 de las empresas consultadas manifestaron el hecho de compartir bodega con algún otro local comercial, aclarando que dicho local es propiedad del mismo dueño. Esto nos motiva a analizar a profundidad las ventajas en costos que pueden ser obtenidas de la estrategia de colaboración que consiste en compartir un solo espacio de bodega entre una o varias empresas con el fin de disminuir costos.

El número de trabajadores que laboran en cada una de estas comercializadoras es en promedio 7 personas, lo que indica que la mayoría son microempresas, con un modelo de negocio y una distribución en ventas homogéneo, por lo cual cada una debe encontrar ventajas competitivas que le permitan obtener mayores beneficios y no ser absorbidos por la competencia. La opción de competir por medio de precios más bajos no puede contemplarse, debido a que en el sector se maneja una estrategia de sana competencia en donde algunos representantes de las empresas establecen precios de venta que todas las comercializadoras deben respetar.

En aproximadamente 12 empresas se realizó un acercamiento un poco más rápido, en el cual solo se le indagó a la persona encargada si estuviese dispuesta a recibirnos con la documentación pertinente a la investigación, y su respuesta fue positiva.

En general se observó la buena disposición de los administradores y encargados de las empresas por colaborar con la investigación y la gran cantidad de empresas con el perfil solicitado que se ubican en el sector, lo que permitiría el buen desarrollo de la actividad investigativa.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de las encuestas, para los criterios de decisión relacionados con la información de bodegas, descuentos del proveedor y colaboración entre puntos de venta; estos serán factores clave para el desarrollo del modelo y las conclusiones del trabajo investigativo.

1. Bodega

TABLA. III. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LAS BODEGAS

Empresa	N° Bodegas por empresa	Externa	Interna	Propia	Subcontratada	Estaría dispuesto a compartir
1	3	3			3	Si
2	3	2	1		3	No
3	1		1		1	Si
4	1		1		1	Si
5	3		3		3	No
6	1		1	1		No
7	2	1	1		2	No
Promedio	2					

De acuerdo con la información recolectada, se puede evidenciar que las empresas de este sector tienen en promedio dos bodegas, en este caso solo una de las empresas encuestadas cuenta con bodega propia, el resto recurre a la subcontratación; esto abre la posibilidad de implementar estrategias de colaboración enfocadas en compartir espacio de almacenamiento para reducir costos, sin embargo solo tres de las siete empresas manifestaron interés en aplicar este tipo de estrategias colaborativas; una de las razones radica en el riesgo que las organizaciones perciben al divulgar su información y que esta sea provechosa para sus competidores.

TABLA. IV. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON EL VALOR DE ALQUILER DE LAS BODEGAS

Empresa	m ²	Costo Alquiler Bodega	Valor m ²
1	200	\$ 1.800.000	\$ 9.000
	700	\$ 5.396.000	\$ 7.709
	800	\$ 2.750.000	\$ 3.438
2	250	\$ 6.800.000	\$ 27.200
3	72	\$ 3.500.000	\$ 48.611
4	-	-	-
5	50	\$ 2.500.000	\$ 50.000
	50	\$ 2.500.000	\$ 50.000
	50	\$ 2.500.000	\$ 50.000
6	98	-	-
7	84	\$ 1.100.000	\$ 13.095
	-	\$ 1.000.000	-
Promedio	214	\$ 2.984.600	\$ 28.784

Por medio de los datos suministrados, se evidencia que en promedio las empresas utilizan 214 m² de espacio para almacenaje, cuyo valor por metro cuadrado es aproximadamente de \$ 28.784 COP; lo que demuestra que los costos asociados a la subcontratación de espacios para bodega son generalmente altos

2. Descuentos por parte del proveedor

TABLA. V. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS DESCUENTOS REALIZADOS POR PARTE DEL PROVEEDOR

¿El proveedor le otorga algún tipo de descuento?	Si	No	¿Cual?
1		X	
2	X		Descuento Financiero
3	X		Descuento por Cantidad
4			No lo conoce
5		X	
6			No lo conoce
7	X		Descuento por Cantidad y Descuento Financiero

De las empresas visitadas, tres tienen conocimiento del tipo de descuento que les otorga su proveedor, estos pueden ser descuentos por cantidad o por pronto pago; lo anterior evidencia una oportunidad de colaboración al aplicar una estrategia enfocada en realizar lotes de pedidos de gran tamaño, conformados por pequeñas ordenes de las empresas aliadas, lo que permite obtener mayores descuentos.

Las empresas que manifestaron no obtener ningún tipo de descuento mencionaron que, al momento de realizar las negociaciones con su proveedor, estos deciden generar un precio estándar que puede o no incluir los costos de transporte.

En dos de las empresas consultadas, los administradores no contaban con la información requerida para dar respuesta a esta y otras preguntas.

3. Colaboración

TABLA. VI. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON LA COLABORACIÓN ENTRE EMPRESAS

¿Trabaja de forma colaborativa con otros puntos de venta de otras empresas?	Si	No
	1	6
¿Considera que la colaboración entre empresas competidoras puede traer beneficios?	Si	No
	6	1

En el sector analizado se evidenciaron patrones de resistencia a la colaboración, debido a la desconfianza de compartir información relacionada con el Core del negocio; si bien las empresas consideran que de una alianza colaborativa podrían obtenerse múltiples beneficios, solo una de las siete empresas consultadas ha realizado actividades en colaboración con otras empresas.

4. Características de las empresas textiles del centro de la ciudad

Para el caso de las empresas comercializadoras textiles del centro de la ciudad, es importante destacar que estas trabajan de una manera homogénea. Las condiciones importantes para su operación en el día a día son:

Minoristas

- Los pedidos son generados de acuerdo con la disponibilidad de productos en inventario, la frecuencia de los pedidos puede ser diaria, semanal, quincenal y mensual, lo que evidenció que estas empresas no realizan un estudio de la demanda que les permita obtener un punto de reorden.
- Las empresas cuentan en promedio con dos bodegas internas o externas, o una combinación de ambas y la mayoría de estas son subcontratadas.
- El costo de transporte en la mayoría de los casos es asumido por el proveedor.
- El tamaño del pedido puede variar considerablemente de acuerdo con la demanda.
- La demanda es fluctuante así que pueden ser víctimas del efecto látigo.
- Cada una de las empresas comercializadoras cuentan con al menos un proveedor especializado según el tipo de producto y otros para requerimientos generales.
- Tienen costos asociados a la obsolescencia de productos que por algún motivo no salieron de su inventario o que se encontraron defectuosos después de algún tiempo.
- Tienen costos asociados por sobrantes de productos o en algunos casos debían recurrir a vender estos sobrantes por precios que no generaban ninguna ganancia.
- Tienen en promedio 57 referencias de productos.

Es importante mencionar que las empresas comercializadoras de telas del centro de la ciudad de Medellín tienen un tipo de negocio informal, en donde nada es sistematizado y las referencias, pedidos y ventas son manejadas de forma manual.

C. Modelo conceptual de inventarios colaborativos

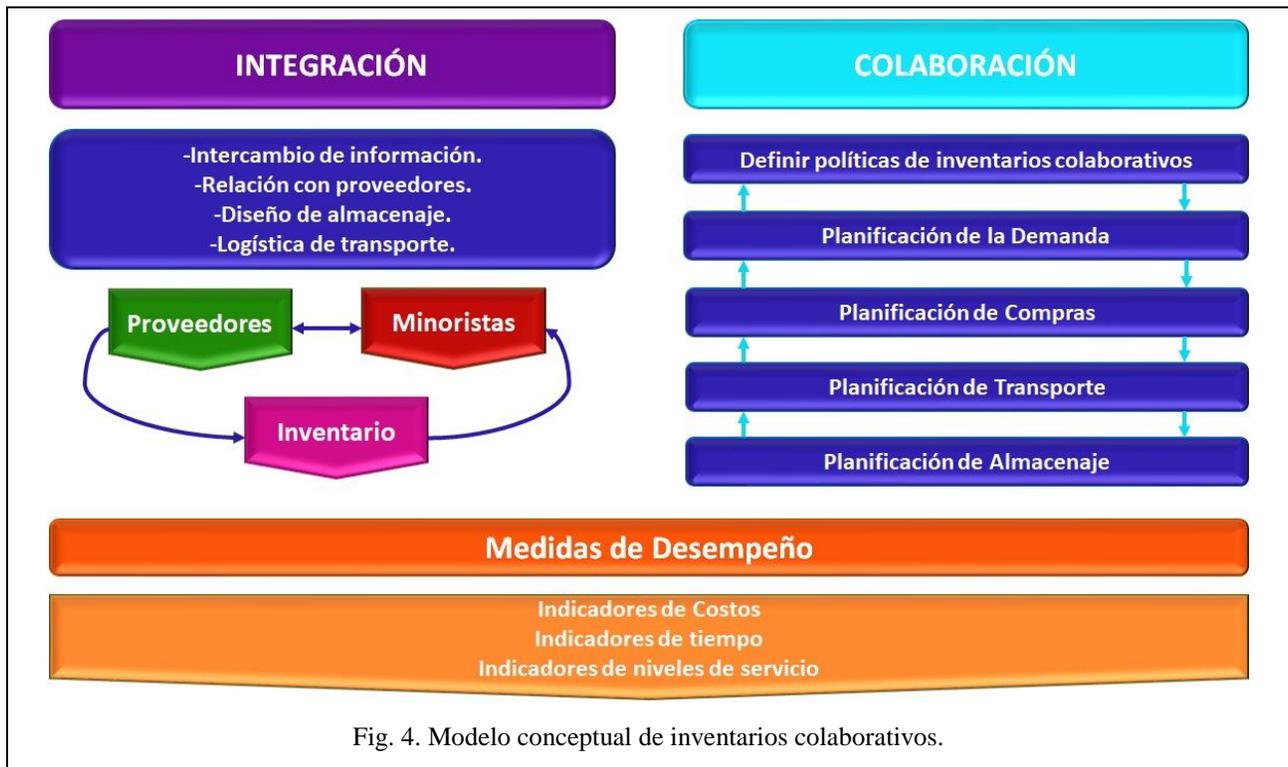
Estrategias de Colaboración

De acuerdo con la distribución de los locales comerciales observada en la visita a campo, se determinó la cercanía que existe entre los mismos, en una cuadra recorrida se pueden encontrar entre 9 o 10 empresas, los tipos de telas que se comercializan tienden a ser muy similares, la cantidad de consumidores que fluyen por el sector es alta y todos los locales manejan en general

una alta demanda; por este motivo se considera viable la implementación de las siguientes estrategias colaborativas:

- Compras colaborativas, esto contempla el hecho de que un conjunto de empresas realice alianzas con uno o más proveedores, de forma que el volumen total de rollos a adquirir sea mayor a los que pueden pedirse de forma individual y de este modo negociar descuentos por cantidad que permitan conseguir precios más bajos.
- Almacenaje colaborativo, Si las empresas deciden compartir un mismo espacio de almacenaje, esto les podría generar una disminución considerable en los costos de mantener, debido a que no en todas las temporadas del año, una empresa aprovecha el 100% de su capacidad en bodega. Debido a la misma cercanía que presentan las comercializadoras se evidencia la factibilidad de esta estrategia ya que la distancia entre el local comercial y el almacén tendería a ser muy similar para las partes.
- Transporte colaborativo, para realizar el desplazamiento de las telas desde las instalaciones del proveedor hacía las bodegas de la (s) empresa (s), podría obtenerse una disminución en costos si el proveedor pudiera realizar el despacho de un camión con los pedidos de varias empresas ubicadas en el mismo sector, aprovechando al máximo la capacidad de sus vehículos, por lo general los costos tienden a aumentarse cuando un proveedor tiene que realizar constantemente el despacho de pequeñas cantidades de mercancía, lo que significa que de implementar esta estrategia, la disminución en los costos podría verse reflejada en ambas partes.
- Estimación de la demanda colaborativa, esto consiste en aprovechar la experticia que pueda tener un proveedor, la empresa solo tiene la visión de las ventas que realiza en su local comercial, mientras que el proveedor probablemente pueda tener datos históricos del comportamiento de la demanda en varias empresas, lo que a su vez le permitiría construir un pronóstico más certero; es muy importante el hecho de compartir información en tiempo real con estos para realizar una previsión de la demanda que podría ayudar a disminuir las consecuencias del efecto látigo.

De acuerdo con la información recolectada y la caracterización del sector, se plantea el siguiente modelo conceptual, en el cual se representan los diferentes actores que participan de la colaboración y su interrelación, se presentan también los procesos y actividades necesarias para llevar a cabo la implementación de estrategias colaborativas dentro del proceso de abastecimiento.



D. Análisis Causal

- Dinámica de sistemas

La dinámica de sistemas es una herramienta que permite visualizar la estructura de los procesos con las variables dependientes e independientes que se asocian a este; lo anterior posibilita la comprensión de procesos complejos del día a día en las organizaciones [49].

Para la construcción de un modelo de dinámica de sistemas es necesario tener en cuenta:

1. Analizar el sistema e identificar las principales variables involucradas en el proceso.
2. La forma en la que estas se relacionan.
3. Realizar un diagrama causal.

4. Describir matemáticamente las relaciones halladas anteriormente.
5. Proceder a simular para observar el comportamiento.
 - Diagrama causal

En los procesos de las organizaciones es necesario contar con una trazabilidad de los procesos, con el fin de conocer el comportamiento y la relación que tienen todas y cada una de las variables que conforman un sistema, obteniendo un panorama que permita identificar las posibles variables que estén ocasionando fallas o mala calidad en los productos. Para esto es necesario conocer y entender las principales variables que influyen en los procesos de la cadena de abastecimiento, con el fin de implementar herramientas tecnológicas que faciliten, regulen y permitan visualizar el comportamiento de las variables dentro de los procesos; es por esto que en [50] se muestra la importancia de la utilización de programas informáticos para rastrear la trazabilidad y desempeño de las variables, a partir de una revisión de la dinámica del sistema.

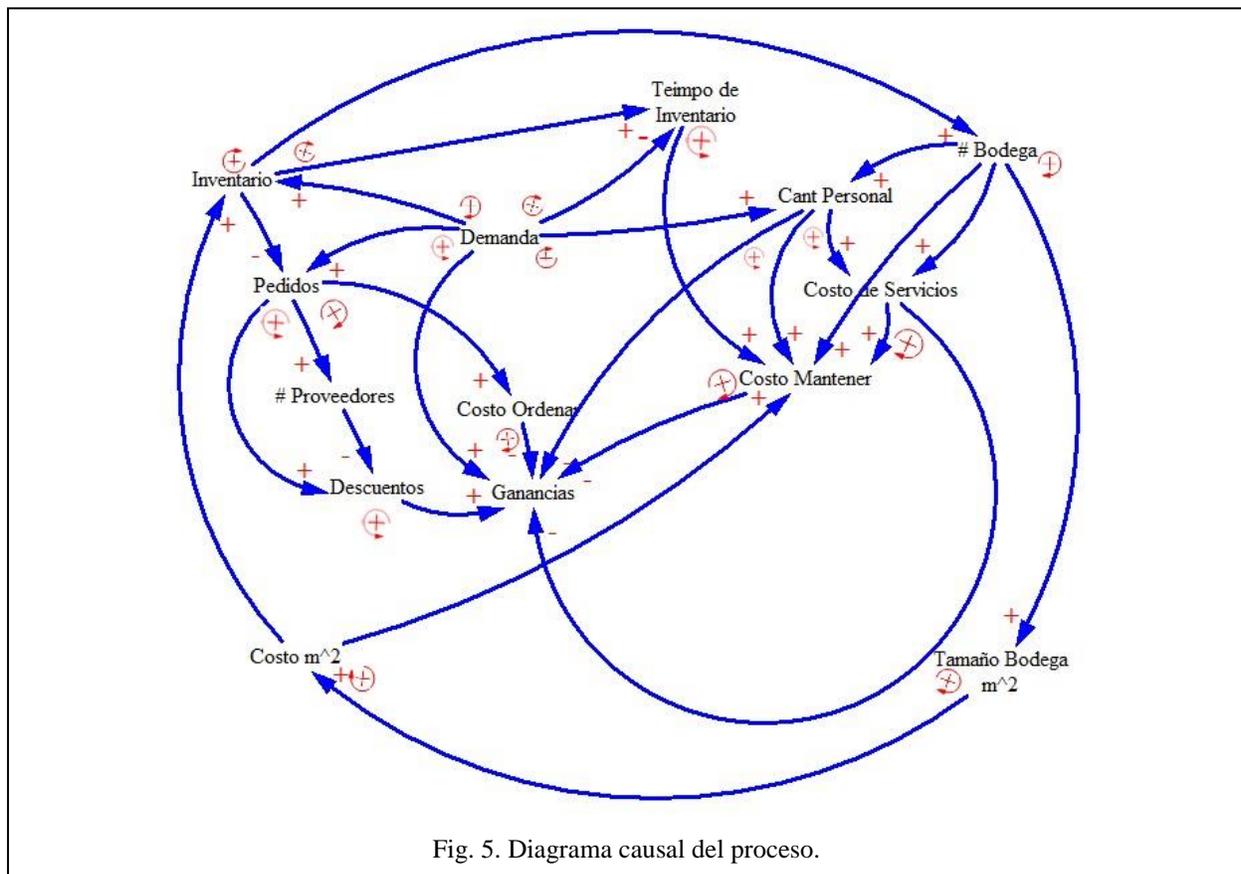
Para proceder a realizar el diagrama causal del sistema, primero se definen las variables involucradas con su respectiva definición así:

TABLA. VII. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER ACERCAMIENTO.

Variable	Unidades	Descripción
Inventario	Un	Número de unidades de producto almacenadas en bodega.
Demanda	Un	Cantidad de productos requeridos por los clientes.
Pedidos	Un	Cantidad de ordenes de pedido generadas del minorista hacia su proveedor para suplir las necesidades de sus consumidores.
#Proveedores	#Proveedores	Cantidad de aliados estratégicos que comercializan los productos que el minorista requiere.
Descuento	%/Un	Porcentaje deducido por el proveedor sobre el costo total de su pedido.
Ganancias	Pesos/Un	Beneficio económico o retribución que recibe el minorista al realizar sus transacciones.
#Bodegas	#Bodegas	Cantidad de bodegas con las que cuenta uno o más minoristas.
Cantidad Personal	Cantidad Personal	Número de personas que se necesitan para custodiar una bodega (1 persona).

Costo Servicios Públicos	Pesos	Cantidad de dinero que se requiere para cubrir los costos de servicios públicos de un minorista generados mensualmente.
Tiempo de Inventario	Mes	Tiempo en cual el inventario permanece almacenado en bodega.
Costo Mantener	Pesos/Mes	Variable que consolida los costos de almacenamiento mensualmente.
Costo de Ordenar	Pesos/Pedido	Cantidad de dinero en el que incurre el minorista al realizar una orden de pedido.
Costo m ²	Pesos/m ²	Cantidad de dinero en el que incurre un minorista por el alquiler por metro cuadrado.

A continuación, se presenta el diagrama causal del proceso conformado por las variables identificadas en el análisis de la caracterización del sector:



Después de haber realizado el análisis causal se evidencia que el modelo permite trabajar con uno o varios proveedores y uno o varios clientes, permitiendo probar escenarios donde puedan variarse por ejemplo los descuentos por cantidad o el número de bodegas compartidas, consideraciones adoptadas por el VMI como modelo para gestionar inventarios.

E. Simulación

El software seleccionado para la simulación es Powersim, ya que permite en un entorno amigable el relacionamiento de las variables que influyen el comportamiento del sistema de inventarios; en este caso se definen las ganancias como variable de nivel que varía en función de las ventas y los costos totales.

Para realizar la simulación se establece el siguiente diagrama de Forrester que permite asociar los flujos físicos del producto (su valor en pesos colombianos) durante el proceso de compra y venta; permitiendo así calcular la ganancia obtenida por el establecimiento

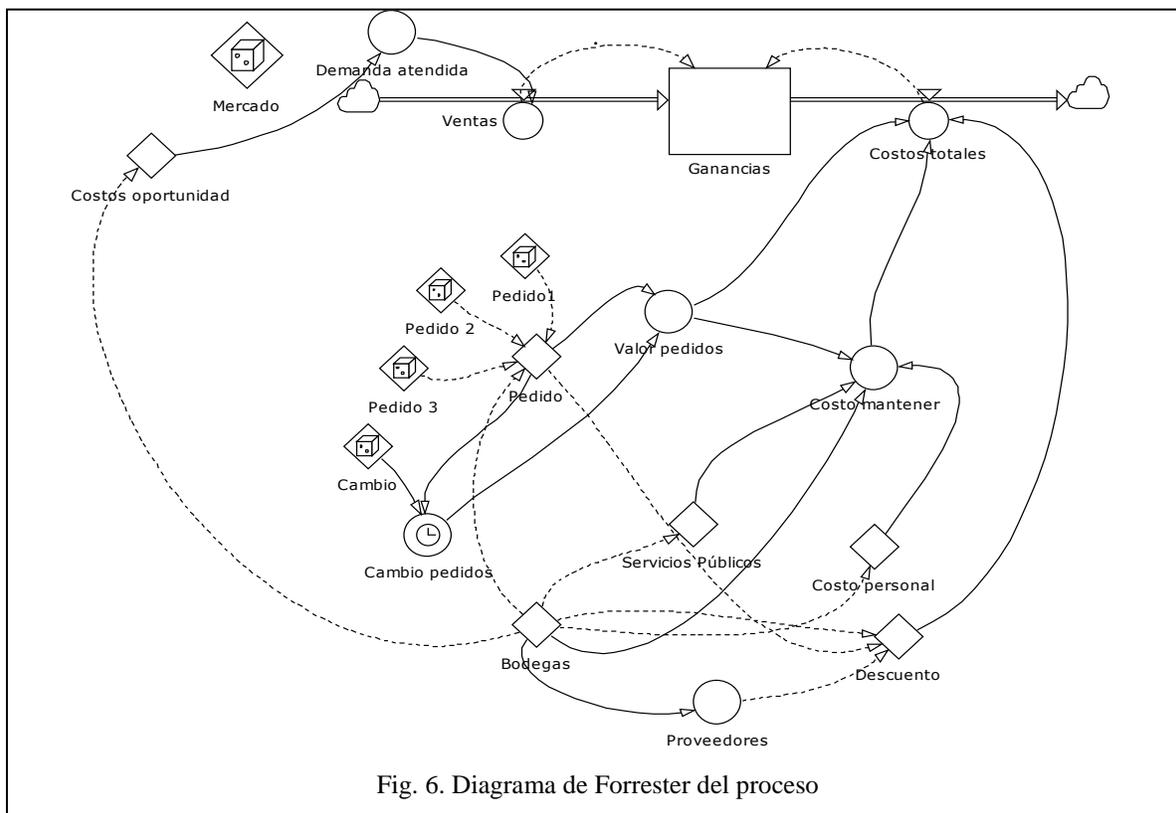


Fig. 6. Diagrama de Forrester del proceso

Para la construcción de modelo se consideraron los valores estimados por las empresas del sector; definiendo la demanda real como una variable aleatoria con comportamiento normal; sin embargo, la totalidad del mercado no es atendido, especialmente por pequeñas comercializadoras que por falta de espacio no tienen en inventario los productos solicitados aproximadamente un 30% de las

veces. Se define también una variable de cambio en los pedidos que representa la estacionalidad de la demanda que la empresa tiene contemplada.

En cuanto a los descuentos, es necesario considerar que a mayor número de bodegas aumenta la cantidad de pedido y disminuye el número de proveedores a los que se les pide mercancía con el fin de lograr el mayor porcentaje promocional posible; en este sentido el descuento disminuye directamente los costos totales. En cuanto a los valores de arriendo, servicios públicos y personal se encuentran relacionados en la variable de costos de mantenimiento según lo indicado por las empresas del sector.

Con el fin de evaluar la posibilidad de compartir bodegas; se simuló 3 escenarios (cada uno con una bodega adicional) y se hallan los indicadores que se presentan en la Tabla 8; puede observarse que para 2 y 3 disminuye el porcentaje que representan los costos en función de la ganancia; si bien los valores de la demanda mensual no varían significativamente dado que es una variable exógena; si aumentan los valores de las ventas; sin embargo la diferencia entre 2 y 3 bodegas puede no ser significativo para las empresas ya que representa un mayor esfuerzo de coordinación el hecho de compartir 3 bodegas y no solo 2.

TABLA. VIII. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SIMULACIÓN

Bodegas	Demanda	Ventas	%atendido	Descuento obtenido	Costos totales	Ganancia anual	Ganancia mensual promedio	%Costos
1	\$ 30.844.142	\$ 20.074.692	65,1%	\$ 60.360	\$ 7.176.126	\$ 166.229.353	\$ 13.852.446	51,8%
2	\$ 32.150.173	\$ 25.880.138	80,5%	\$ 358.100	\$ 8.121.352	\$ 232.947.444	\$ 19.412.287	41,8%
3	\$ 31.188.890	\$ 28.970.001	92,9%	\$ 1.595.071	\$ 9.495.319	\$ 252.052.784	\$ 21.004.399	45,2%

XI. CONCLUSIONES

Según la literatura analizada, es posible visualizar el auge que ha venido presentando en el ámbito empresarial el uso de modelos colaborativos que integren diferentes actores o eslabones de la cadena de suministro, dado que estos permiten la minimización de costos y por ende a el aumento de la rentabilidad de las empresas. En la mayor parte de los casos encontrados es posible observar como por medio de la integración y la colaboración las empresas logran conseguir una reducción en los costos totales de su operación, mejorar los niveles de servicio, mejorar el uso de los recursos, entre otras ventajas competitivas que le permiten obtener un mayor potencial para el éxito. Sin embargo, el desarrollo y la implementación de estrategias colaborativas podría haber avanzado mucho más de no ser por la desconfianza que se presenta entre las partes por el hecho de intercambiar información, esto según la caracterización realizada in-situ.

Los modelos de inventarios colaborativos pueden no solo generar estrategias para integrar eslabones de la cadena de suministro, si no que en nuestro caso también se plantea el hecho de llevar a cabo acciones colaborativas entre los mismos competidores del sector, es decir, que entre dos o más minoristas se minimicen costos al realizar una sola orden de pedido que permita obtener descuentos por cantidad o compartiendo costos de almacenaje; aunque esto pueda lograr conseguir una disminución de los costos para todas las partes involucradas, de acuerdo con la visita in-situ y las encuestas realizadas a las empresas comercializadoras textiles del centro de Medellín, se determinó que existen barreras para la implementación de estos tipos de modelos, ya que las empresas solo visualizan en sus competidores riesgos, por ende podría no ser viable su implementación en ese sector, ya que el éxito de este tipo de estrategias es atribuible a que el flujo de información eficiente y que entre ellos se mantienen relaciones basadas en la confianza.

De la simulación, es posible concluir que la colaboración permite disminuir los costos mientras se aumentan las ganancias; sin embargo, puede inferirse que hay punto en el que se estabilizan estas ventajas y puede estarse invirtiendo más en el tiempo y recursos para colaborar que lo que se está ahorrando; para los datos obtenidos, tener 2 bodegas puede ser más rentable en términos de costos. Para futuras investigaciones se sugiere analizar el impacto en el nivel de servicio.

REFERENCIAS

- [1] M. Duque, J. Osorio, and D. Agudelo, “Los inventarios en las empresas manufactureras, su tratamiento y su valoración. Una mirada desde la contabilidad de costos.,” *Contaduría Univ. Antioquia*, vol. 56, pp. 61–79, 2010.
- [2] L. A. Cristóbal, E. G. Ascencio, and M. L. Robles, “El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas,” vol. VII, pp. 123–142, 2017.
- [3] D. A. Agudelo and Y. M. López, “Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios Dynamics of systems in the management of inventories,” *Ing. USBMed*, vol. 9, no. 1, pp. 75–85, 2018.
- [4] M. Valencia-Cárdenas, F. J. Díaz-Serna, and J. C. Correa-Morales, “Inventory planning with dynamic demand. A state of art review,” *Dyna*, vol. 82, pp. 182–191, 2015.
- [5] “Mala gestión de inventarios, causa de fracaso entre las pequeñas empresas - economiahoy.mx,” *Economía hoy México*, 2017. [Online]. Available: <https://goo.gl/nZzzYN>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [6] J. M. Izar Landeta, C. B. Ynzunza Cortés, and O. Guarneros García, “Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario,” *Contaduría y Adm.*, vol. 61, no. 3, pp. 499–513, 2016.
- [7] A. Azzi, D. Battini, M. Faccio, A. Persona, and F. Sgarbossa, “Inventory holding costs measurement: a multi-case study,” *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 25, no. 1, pp. 109–132, 2014.
- [8] “Fabricato razones por las que suspende su operación 15 días,” *Revista Dinero*, 2017. [Online]. Available: <https://goo.gl/GnVt1t>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [9] C. A. Osorio García, “Modelos para el control de inventarios en las pymes,” *Panorama*, vol. 2, no. 6, pp. 4–10, 2008.
- [10] M. D. Arango-Serna, J. A. Zapata-Cortes, and W. Adarme-Jaimes, “APLICACIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO MANEJADO POR EL VENDEDOR EN UNA EMPRESA DEL SECTOR ALIMENTARIO COLOMBIANO,” *Rev. EIA - Esc. Ing. Antioquia*, vol. 15, no. c, pp. 21–32, 2011.
- [11] G. H. Vidal, “Análisis de Modelos de Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministros : Una Revisión de la Literatura,” no. 2005, 2014.
- [12] M. D. Arango-Serna, W. Adarme-Jaimes, and J. A. Zapata-Cortes, “Inventarios Colaborativos En La Optimización De La Cadena De Suministros Collaborative Inventory in Supply Chain Optimization,” vol. 181, pp. 71–80, 2013.

- [13] J. Heizer and B. Render, *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones Tácticas*. 2008.
- [14] M.-H. Yang, J. C. H. Chen, C.-L. Tsai, and H.-Y. Chao, "Investigating Collaborative Commerce System from the Perspective of Collaborative Relationship," *J. Electron. Commer. Res.*, vol. 14, no. 1, pp. 85–98, 2013.
- [15] R.-K. E. Kolk, A - Van, "Business and partnerships for development," *Eur. Manag. J.*, pp. 1–45, 2008.
- [16] E. A. Pacheco Velásquez, "Un modelo para la optimización de políticas de inventario conjuntas en cadenas de suministro," *Inge Cuc*, vol. 9, no. 1, pp. 11–23, 2013.
- [17] S. E. Fawcett, M. A. Waller, and A. M. Fawcett, *Elaborating a dynamic systems theory to understand collaborative inventory successes and failures*, vol. 21, no. 3. 2010.
- [18] J. Pradabwong, C. Braziotis, J. D. T. Tannock, and K. S. Pawar, "Business process management and supply chain collaboration: effects on performance and competitiveness," *Supply Chain Manag. An Int. J.*, vol. 22, no. 2, pp. 107–121, 2017.
- [19] K. Salas-Navarro, H. Miguél-Mejía, and J. Acevedo-Chedid, "Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro," *Ingeniare Rev. Chil. Ing.*, vol. 25, no. 2, pp. 326–337, 2017.
- [20] H. Bautista-Santos, L. Martínez-Flores, G. Fernández-Lambert, M. B. Bernabé-Loranca, F. Sánchez-Galván, and N. Sablón-Cossío, "Integration model of collaborative supply chain," *Dyna*, vol. 82, pp. 145–154, 2015.
- [21] L. Gao, "Collaborative forecasting, inventory hedging and contract coordination in dynamic supply risk management," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 245, no. 1, pp. 133–145, 2015.
- [22] S. V. Padilla Tinoco, S. Creemers, and R. N. Boute, "Collaborative shipping under different cost-sharing agreements," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 263, no. 3, pp. 827–837, 2017.
- [23] M. Abreu, D. Las Villas, and S. Clara, "Optimización de los niveles de inventario con enfoque colaborativo en una cadena de suministros de servicios turísticos," vol. 11, no. 2, pp. 158–176, 2017.
- [24] S. S. Sana, "A collaborating inventory model in a supply chain," *Econ. Model.*, vol. 29, no. 5, pp. 2016–2023, 2012.
- [25] K. Sari, "Inventory inaccuracy and performance of collaborative supply chain practices," *Ind. Manag. Data Syst.*, vol. 108, no. 4, pp. 495–509, 2008.
- [26] T. M. Simatupang and R. Sridharan, "An integrative framework for supply chain collaboration," *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 257–274, 2005.

- [27] S. Chopra and P. Meindl, *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Planeación y operación*. 2008.
- [28] P. B. A. Rushton, P. Croucher, “The handbook of Logistics & Distribution Management,” vol. 4th Edition, p. 665.
- [29] J. A. Zapata Cortes, *Fundamentos de la gestión de inventarios*. 2014.
- [30] R. M. Andino, “Gestión de Inventarios y Compras,” *EOI Esc. Negocios*, p. 73, 2006.
- [31] P. Milton, “Impacto de los indicadores de control de inventario en la cadena de suministro,” p. 58, 2014.
- [32] I. Y. Garrido and M. Cejas, “Inventory management as a strategic factor in business administration,” vol. 12, no. 37, pp. 109–129, 2017.
- [33] C.-J. Su and Y.-A. Chen, “Risk assessment for global supplier selection using text mining,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 68, no. September 2017, pp. 140–155, 2018.
- [34] A. J. R. Torres, J. H. A. Rosas, and J. A. Cruz, “Modelo de asignación de compras a proveedores considerando su flexibilidad y probabilidad de incumplimiento en la entrega,” *Estud. Gerenciales*, vol. 28, no. 122, pp. 29–48, 2012.
- [35] C. a. Weber, J. R. Current, and W. C. Benton, “Vendor selection criteria and methods,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 50, no. 1, pp. 2–18, 1991.
- [36] P. Sureeyatanapas, K. Sriwattananusart, T. Niyamosoth, W. Sessomboon, and S. Arunyanart, “Supplier selection towards uncertain and unavailable information: An extension of TOPSIS method,” *Oper. Res. Perspect.*, vol. 5, pp. 69–79, 2018.
- [37] J. L. García Alcaraz, A. Alvarado Iniesta, and A. A. Maldonado Macías, “Selección de proveedores basada en análisis dimensional,” *Contaduría y Adm.*, vol. 58, no. 3, pp. 249–278, 2013.
- [38] B. C. J. Bowersox, J. Closs, *Administración y logística en la cadena*. .
- [39] A. D. Matalobos, *Administración De Operaciones*, vol. 34. 2005.
- [40] J. Heizer and B. Render, *Principios de administración de operaciones*. 2009.
- [41] R. H. Ballou, “BALLOU. Logística. Administración de la Cadena de Suministro.pdf.” p. 816, 2004.
- [42] L. A. Mora García, “Indicadores de la gestión logística: KPI ‘Los indicadores claves del desempeño logístico,’” p. 121, 2007.
- [43] D. Shen, K. K. Lai, S. C. H. Leung, and L. Liang, “Modelling and analysis of inventory replenishment for perishable agricultural products with buyer-seller collaboration,” *Int. J.*

- Syst. Sci.*, vol. 42, no. 7, pp. 1207–1217, 2011.
- [44] P. Kelle, P. A. Miller, and A. Y. Akbulut, “Coordinating ordering/shipment policy for buyer and supplier: Numerical and empirical analysis of influencing factors,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 108, no. 1–2, pp. 100–110, 2007.
- [45] T. Zhang, L. Liang, Y. Yu, and Y. Yu, “An integrated vendor-managed inventory model for a two-echelon system with order cost reduction,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 109, no. 1–2, pp. 241–253, 2007.
- [46] B. J. Angerhofer and M. C. Angelides, “A model and a performance measurement system for collaborative supply chains,” *Decis. Support Syst.*, vol. 42, no. 1, pp. 283–301, 2006.
- [47] M. Caridi, R. Cigolini, and D. De Marco, “Improving supply-chain collaboration by linking intelligent agents to CPFR,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 43, no. 20, pp. 4191–4218, 2005.
- [48] B. Hu, C. Meng, D. Xu, and Y. J. Son, “Supply chain coordination under vendor managed inventory-consignment stocking contracts with wholesale price constraint and fairness,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 202, no. May, pp. 21–31, 2018.
- [49] P. Arroyo López, M. Villanueva Bringas, J. Gaytán Iniestra, and M. García Vargas, “Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa | Los autores desean expresar su agradecimiento al ingeniero Álvaro Núñez Solís, director de Recicla Electrónicos México por su ,” *Contaduría y Adm.*, vol. 59, no. 1, pp. 9–41, 2014.
- [50] M. M. Herrera and J. A. Orjuela Castro, “Perspectiva de trazabilidad en la cadena de suministros de frutas : un enfoque desde la dinámica de sistemas,” *Ingeniería*, vol. 19, no. 2, pp. 63–84, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. El siguiente formato contiene el modelo de encuesta que fue presentado a las empresas comercializadoras textiles del centro de la ciudad de Medellín, con el fin de llevar a cabo la caracterización del sector.

ENCUESTA EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DEL SECTOR TEXTIL DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN	
Nombre o Razón social:	
NIT:	
Régimen común o simplificado:	
Actividad económica principal:	
Dirección del punto de venta:	
Cargo de la persona que responde la encuesta:	

N° Bodegas	Bodega (s)				Dirección Bodega	Costo Alquiler Bodega/mes
	Interna		Externa			
	Propia		Subcontratada			

Dimensiones Bodega	% Espacio Utilizado	Bodega con Fácil Acceso			Estaría Dispuesto a Compartir Espacio de Almacenaje		
		Si		No	Si		No

El proveedor otorga descuento (¿Si, Cual?)	¿Conoce el valor del envío de su pedido? En caso afirmativo indique el valor	Nombre de algunos Proveedores (Opcional)	Cantidad Total de Referencias
Si	Si		

No	No lo conoce	Costo asumido por el proveedor		
Si	Si	Costo asumido por el proveedor		
No	No lo conoce			

Productos Estrella	Precio Producto	Promedio de Ventas en \$/mes	Margen de Ganancia en \$	Frecuencia de Pedidos	Cantidad Pedida

- ¿Trabaja de forma colaborativa con otros puntos de venta de otras empresas?
 Si
 No
 Cómo: _____
- Considera que la colaboración entre empresas competidoras puede traer beneficios.
 Si
 No

Los datos suministrados por usted serán usados exclusivamente con fines investigativos y en ninguna circunstancia serán divulgados o utilizados con fines comerciales.