REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EN LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA COORDINACIÓN DE ACTORES EN CADENAS DE SUMINISTRO DE ASISTENCIA SOCIAL EN FUENTES CUYO OBJETO NO SEA LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

SERGIO IVÁN GARZÓN VARGAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

2018

REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EN LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA COORDINACIÓN DE ACTORES EN CADENAS DE SUMINISTRO DE ASISTENCIA SOCIAL EN FUENTES CUYO OBJETO NO SEA LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

SERGIO IVÁN GARZÓN VARGAS
20111015041

Modalidad:
MONOGRAFÍA

Director:
M. Sc. ING. FEIZAR RUEDA VELASCO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

2018

Tabla de Contenido

Índice de Tablas 5

Índice de Ilustraciones 7

1. Generalidades 8

1.1. Formulación del problema 8

1.2. Justificación 9

1.3. Objetivos 10

1.3.1. Objetivo Principal 10

1.3.2. Objetivos Secundarios 10

2. Metodología 11

3. Antecedentes Y Marco Referencial 13

4. Metodología De La Revisión 16

4.1. Búsqueda Inicial 16

4.2. Indicadores Básicos/de Primera Generación 17

4.3. Refinamiento de los Resultados de Búsqueda 21

5. Taxonomía 30

5.1. Nivel de Decisión 30

5.2. Objetivo de Optimización 31

5.3. Enfoque del Modelado 32

5.4. Mecanismo de Coordinación 40

5.5. Estructura de la Cadena de Suministro 41

5.6. Tipo de Coordinación 44

5.7. Decisiones a Tomar 45

5.8. Contexto de la Coordinación 48

5.9. Variables y Parámetros 49

5.10. Novedad 54

6. Artículos de Revisión 58

6.1. The Joint Economic Lot Sizing Problem: Review and Extensions 58

6.2. The Optimal Consignment Policy for the Manufacturer Under Supply Chain Co-ordination 59

6.3. Buyer Vendor Coordination Models in Supply Chain Management 59

7. Contribuciones a la Cadena de Bienestarina 61

7.1. Breve Descripción de la Cadena de Suministro de la Bienestarina 61

7.2. Elementos Que Pueden Contribuir a la Mejora de la Cadena de Suministro de la Bienestarina 64

8. Conclusiones 72

ANEXO A: CLASIFICACIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS. 76

- Variables 76
- Parámetros 93

ANEXO 2: NOVEDADES EN LAS INVESTIGACIONES. 129

Bibliografía 136

Índice de Tablas

Tabla 1: Número de publicaciones por Revista 18
Tabla 2: Filtro Final de los Artículos. 21
Tabla 3: Funciones que Tratan los Artículos que no Manejan Teoría de Inventarios 22
Tabla 4: Diferentes contextos en los que se usa la palabra “Coordinación” 23
Tabla 5: Artículos Finales, y su número de citaciones 25
Tabla 6: Objetivos de la Optimización realizada en los Modelos Usados en los Artículos 32
Tabla 7: Métodos de Solución de los Modelos Usados en los Artículos 32
Tabla 8: Descripción de los Algoritmos Diseñados 34
Tabla 9: Mecanismos de Coordinación Utilizados en los Artículos 40
Tabla 10: Estructuras de Cadenas de Suministro de los Artículos 41
Tabla 11: Decisiones tomadas tras la Aplicación de los Modelos 46
Tabla 12: Evaluación de la Utilidad de la Literatura Revisada en la Cadena de Bienestarina. Parte Uno 67
Tabla 13: Evaluación de la Utilidad de la Literatura Revisada en la Cadena de Bienestarina. Parte Dos 68
Tabla 14: Variables Relacionadas con Cantidades 76
Tabla 15: Variables Relacionadas con Capacidades 79
Tabla 16: Variables Relacionadas con Tiempos. 81
Tabla 17: Variables Relacionadas con Precios 83
Tabla 18: Variables Referentes a Negociación 85
Tabla 19: Variables Referentes a Niveles 86
Tabla 20: Variables Referentes a Ingresos 88
Tabla 21: Variables Decisionales Varias 89
Tabla 22: Parámetros Relacionados con Costos 93
Tabla 23: Parámetros Referentes a Cantidades 97
Tabla 24: Parámetros Relacionados Con Tiempos 100
Tabla 25: Parámetros Relacionados Con Capacidades 103
Tabla 26: Factores Usados como Parámetros 106
Tabla 27: Parámetros Relacionados Con Precios 108

Tabla 28: Parámetros Referentes a Negociación 111
Tabla 29: Parámetros Relacionados con Funciones..... 113
Tabla 30: Tasas Usadas como Parámetros..... 116
Tabla 31: Parámetros Referentes a Niveles 118
Tabla 32: Valores Esperados Usados como Parámetros..... 121
Tabla 33: Parámetros Referentes a Ingresos..... 122
Tabla 34: Parámetros Ambientales 124
Tabla 35: Parámetros Varios..... 125
Tabla 36: Novedad de Cada Investigación 129

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Número de publicaciones 1996-2017 17
Ilustración 2: Número de publicaciones según Top Journals 18
Ilustración 3: Número de publicaciones según Top Authors 19
Ilustración 4: Top Keywords 20
Ilustración 5: Temas que Manejan los Artículos 20
Ilustración 6: Número de publicaciones 2004-2017 29
Ilustración 7: Número de publicaciones según Top Journals. Final 29
Ilustración 8: Nivel de Decisión de los Artículos 31
Ilustración 9: Clasificación del os Artículos según el Tipo de Coordinación 45
Ilustración 10: Contexto en el que se Utiliza la Coordinación 48
Ilustración 11: Variables y Parámetros Más Utilizados 50
Ilustración 12: Esquema de la Distribución de la Bienestarina 62

1. Generalidades

1.1. Formulación del problema

Dentro de las actividades fundamentales del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) para garantizar el derecho a la alimentación están las de la disponibilidad y del consumo oportuno de alimentos de alto valor nutricional (DNP, 2006). En este sentido, el ICBF ha venido desarrollando desde aproximadamente 30 años una estrategia basada en la producción y entrega de un complemento alimenticio de alto valor nutricional denominado Bienestarina, de manera que éste complemento esté disponible oportunamente a la población que requiera de nutrientes suficientes que su alimentación básica no pueda cubrir.

Bajo lo anterior, si bien el programa de Bienestarina atiende prioritariamente población infantil en condiciones de vulnerabilidad, no se ha encontrado evidencia de iniciativas de actuar en conjunto con otros programas estatales o distritales que puedan atender los mismos grupos poblacionales. Entre algunos ejemplos de estos programas se encuentran Atención Integral a la Primera Infancia (AIEPI) y los programas de Seguridad Alimentaria de la Ciudad de Bogotá.

Bajo la existencia de múltiples programas de seguridad alimentaria, se observa que existe poca interacción entre ellas, en el sentido de que existen regiones del país en donde existen beneficiarios que reciben Bienestarina de dos o más programas del ICBF.(Universidad Nacional de Colombia, 2017).

Bajo este contexto este trabajo tiene como propósito explorar la literatura que, en gestión de cadenas de suministro, se encuentra disponible en temáticas de coordinación, colaboración o cooperación, particularmente bajo un enfoque basado en modelos matemáticos. El actuar conjunto del sistema logístico del programa de Bienestarina con los otros programas enfocados en seguridad

alimentaria y/o que estén relacionados con sus grupos poblacionales puede implicar grandes beneficios a la atención integral de la población vulnerable mientras que incrementa la eficiencia en la asignación de recursos públicos, a través de iniciativas que permitan compartir información, instalaciones, funciones, procesos o diferentes tipos de recursos.

1.2. Justificación

Con el fin de suplir la demanda de Bienestarina a las poblaciones objetivo, el ICBF ha desarrollado un conjunto de programas que brindan apoyo a un conjunto específico de dicha población, según sus necesidades y características específicas. Para que una persona sea beneficiaria de la entrega de este alimento, debe vincularse apropiadamente a alguno de estos programas. Sin embargo, debido a que los requerimientos básicos de estos programas son en cierta forma, genéricos, se dan los casos de que un beneficiario reciba atención de dos o más programas. Esta situación conlleva a consecuencias tales como un pésimo pronóstico de la demanda real de Bienestarina, y la falta de cobertura a la población objeto, a pesar de que los estudios indican que en la mayoría de los casos la producción actual puede cubrir la demanda (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

Existen algunas medidas para tratar de corregir esta situación. Por ejemplo, (Peñaloza, 2014) sostiene que algunos programas presentan restricciones para que los beneficiarios de un programa no puedan inscribirse a programas diferentes de la misma institución. Aun así, esta clase de medidas es insuficiente, debido a que el problema deriva principalmente en la falta de una verdadera interacción entre los múltiples programas.

Con el fin de diseñar adecuadamente la cadena de suministro de la Bienestarina, es pertinente realizar una revisión exhaustiva de la literatura pertinente a modo de diseñar un marco base para la construcción de modelos que permitan mayores niveles de interacción entre los programas que distribuyan Bienestarina y otros programas estatales que estén relacionados con la seguridad alimenticia, basándose en los principios de coordinación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Principal

Desarrollar un marco de conocimiento que sirva como guía para el desarrollo investigativo y/o práctico en modelos matemáticos aplicados en la teoría de inventarios para la coordinación en cadenas de suministro para la asistencia social, a partir de la revisión sistemática de la literatura científica, cuyo principal objeto no sea la investigación de operaciones.

1.3.2. Objetivos Secundarios

- Identificar los principales autores, fuentes y evolución de la investigación en los últimos cinco años de la literatura científica en modelos matemáticos aplicados en la teoría de inventarios para la coordinación en cadenas de suministro para la asistencia social.
- Identificar y clasificar la literatura de acuerdo a las variables más recurrentes tales como su enfoque y la metodología de investigación o de solución utilizada.
- Identificar vacíos o deficiencias en las bases teóricas o prácticas relacionadas con los modelos matemáticos aplicados en la teoría de inventarios para la coordinación en cadenas de suministro para la asistencia social.
- Identificar los modelos potencialmente aplicables en la cadena de suministro de Bienestarina.

2. Metodología

Para llevar a cabo el proyecto de revisión de literatura y estado del arte, primero se realiza la ubicación de todo artículo pertinente al tema de cadenas de suministro y cooperación, mediante la búsqueda exhaustiva en Bases de Datos indexadas, identificando los parámetros de búsquedas necesarios. Posteriormente, éstos se descargan y se clasifican según su revista de procedencia, para luego seleccionar las fuentes y las revistas más importantes en el área.

Posteriormente, se buscan los artículos pertinentes al tema a tratar dentro de las fuentes seleccionadas, y se filtran basándose en un estudio de compatibilidad con el título del artículo, su resumen y sus palabras clave.

Una vez realizado este filtro, los artículos que queden (los verdaderamente pertinentes al tema de colaboración, coordinación y cooperación en las cadenas de suministro) son clasificados de manera más detallada, comenzando con la realización de una matriz de registro con los datos referentes al autor o autores, origen y año de cada artículo, para continuar con una clasificación taxonómica en la que se incluye:

- Metodología.
- Método (Solución, investigación, recolección).
- Enfoque (cuantitativo, cualitativo).
- Herramientas.
- Criterios.
- Variables
- Objetivos de su modelo matemático (Maximizar, minimizar).

Finalmente, se realizará una descripción de la cadena de suministro de Bienestarina actual con el fin de realizar una comparación con los elementos más destacados obtenidos de la clasificación, con el fin de discutir cuáles de esos elementos podría facilitar un actuar conjunto entre el programa de Bienestarina con otros programas de atención y/o puedan ofrecer una solución a los problemas que esta cadena presenta.

3. Antecedentes Y Marco Referencial

Bajo el marco empresarial, (Ramdas & Spekman, 2010) afirman que la ventaja competitiva de una compañía depende de sus relaciones con las empresas externas con las que se relaciona, relaciones que se desarrollan en el marco de las cadenas de suministro que surgen para el cumplimiento de las órdenes de producción de dicha empresa, y un mal manejo de estas relaciones puede llevar a problemas en el pronóstico de demanda, el uso de la capacidad de producción y las políticas de inventarios, la existencia de retrasos, el mal uso de recursos, entre otros, todos llevando a mayores costos.

Entre más crezca una empresa, mayores serán el número de relaciones que realice con proveedores, operadores logísticos, almacenes, clientes, etc., y mayor será el riesgo que maneje en su cadena de suministro. Bajo el objetivo de reducir los efectos negativos de los riesgos que surgen de las relaciones de una cadena de abastecimiento, varios estudios, como (Karaoğlan & Kesen, 2016; Karray & Surti, 2016; Yang & Xiao, 2016) indican que una de las medidas de administración de cadenas de suministro más efectivas es el de la coordinación de los miembros de la cadena.

Sin embargo, el término coordinación es demasiado extenso; una situación que, sumado a la falta de un consenso general sobre lo que en verdad significa coordinación, ha llevado a que la literatura relacionada con este término y sus aplicaciones en la cadena de abastecimiento sea abundante, así como la percepción que se tiene sobre lo que significa coordinación, lo que causa que se encuentren términos similares, como transacción, colaboración, cooperación o interacción.

Como lo mencionan (Arshinder Kaur, Kanda, & Deshmukh, 2011):

> "*Los términos como integración, colaboración, cooperación y coordinación son a veces complementarios y a veces contradictorios entre sí y cuando son usados en el contexto de cadenas de suministro pueden ser fácilmente considerados como parte de la coordinación de cadenas de suministro. Esta suposición puede ser seguida sin perder la generalidad ya que los elementos como la integración (combinación como un todo integral); colaboración (trabajo conjunto) y cooperación (operación conjunta) son los elementos de la coordinación*."(Arshinder Kaur et al., 2011, p.42)

A manera de consenso general, Malone y Crowston (1994), citado por (Arshinder Kaur et al., 2011, p. 44) definen coordinación como "el acto de gestionar las dependencias entre entidades y el esfuerzo conjunto de entidades que están trabajando juntas hacia metas definidas mutuamente". En este sentido, es de esperar que la colaboración sea sinónimo de "la situación ganar-ganar", en la cual todos los miembros de la cadena reciban beneficios por su participación en la relación.

El hecho de que los miembros en una cadena de suministro estén trabajando juntos implica que una compañía pueda acceder a las capacidades de los otros miembros, por lo que, en una relación de coordinación bien gestionada, las compañías pueden acceder a una serie de beneficios que por sí mismas no pueden obtener. Según (Cruijssen, 2007), estos beneficios pueden resumirse en la reducción de costos (en general), la mejora de las capacidades de la fuerza de trabajo y la obtención de nuevas habilidades y conocimientos, la mejora del servicio al cliente (especialización, personalización atención, etc.), mejor posicionamiento en el mercado, la posibilidad de desarrollar mejores productos (mejoras en las actividades de I+D+I), accesos a mejores tecnologías y la superación de barreras legales, entre otras.

Debido a las múltiples posibilidades que existen para realizar relaciones de colaboración, éstas se clasifican respecto a con quién se relacionan las empresas. (Barratt, 2004) divide las relaciones

de colaboración en vertical (colaboración con clientes, proveedores y entre funciones dentro de la misma empresa) y horizontal (colaboración con la competencia y otras organizaciones), aunque (Mason, Lalwani, & Boughton, 2007) afirman que es posible coordinación combinando relaciones verticales y horizontales, relación llamada coordinación lateral.

(Arshinder Kaur et al., 2011) hace énfasis en que entablar una relación de coordinación implica la influencia de una serie de factores en las que se encuentran: el intercambio de conocimiento e información, la repartición de beneficios, la resiliencia al cambio, las cuestiones relacionadas con la diferencia de poder entre los miembros, entre otras. Frente a estos aspectos, (Barratt, 2004) advierte que se debe considerar con quién y en qué parte de la cadena de suministro se debe buscar una relación de coordinación, con el fin de que los resultados de ésta sean verdaderamente beneficiosos.

4. Metodología De La Revisión

4.1. Búsqueda Inicial

Para iniciar la revisión se seleccionaron revistas en el primer cuartil de la sub-área “Decision Sciences” del Scimago Journal Rank (SCOPUS) y de la sub-área “Operations Research and Management Science” del Journal Citation Report (The Web of Knowledge), y adicionando en la búsqueda revistas en gestión de cadenas de suministro, transporte y logística, bajo los mismos índices. Esta revisión fue realizada bajo los parámetros de sólo reconocer artículos y dirigida al título, resumen y palabras clave.

La búsqueda se realizó usando la intersección entre dos conjuntos de palabras: {coordination, cooperation, collaboration, integration} AND {supply chain, logistics}. Esta búsqueda recogió un aproximado de 1700 artículos.

Posteriormente, se aplicó un filtro a fin de identificar artículos con un enfoque de modelación matemática en el contexto de coordinación en logística y cadenas de suministro, tomando como base el siguiente conjunto de palabras: {mathematical, model, models, game, linear, non-linear, programming, fuzzy, deterministic, stochastic, modeled, modelling, modeling, numerical, function, equation, numerically, simulation, statistics, statistical, algorithm, heuristics, metaheuristic, hybrid, econometric}.

El nuevo conjunto contenía aproximadamente 1300 artículos; eliminando duplicados, se identificaron en total 1171 artículos que entre 1991 y 2017 han relacionado el concepto de coordinación en cadenas de suministro y que concuerdan con los descriptores dados de modelos matemáticos.

A continuación, se seleccionaron de esta lista los artículos que tratasen temas de inventarios, tomando como base de selección las palabras clave referentes a teoría de inventarios. Terminada esta selección, quedaron un total de 215 artículos, agrupados entre 1996 y 2017, que presentaban todas las condiciones previamente establecidas, y que serán el punto de partida para la definición del marco de referencia.

4.2. Indicadores Básicos/de Primera Generación

La frecuencia de publicaciones con respecto al tiempo se muestra en la figura a continuación:

Ilustración 1: Número de publicaciones 1996-2017. Fuente: Elaboración Propia

La gráfica muestra que, a pesar de que los años 2002 y 2009 presentan pocas publicaciones, la publicación de artículos relacionados con la coordinación en cadenas de suministro presenta una tendencia a mantenerse estable.

Por otra parte, en la Tabla 1 se enlistan las revistas con mayor número de artículos indexados; se observa que las revistas con mayor número de artículos son revistas de alto impacto como el *International Journal of Production Economics*, el *European Journal of Operations Research* y el *International Journal of Production Research*.

Tabla 1: Número de publicaciones por Revista. Fuente: Elaboración Propia

Revistas	N° de Artículos
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS	74
EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH	42
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	26
MANAGEMENT SCIENCE	17
PRODUCTION OPERATIONS MANAGEMENT	14
TRANSPORTATION RESEARCH PART E: LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW	12
PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	7
COMPUTERS AND OPERATIONS RESEARCH	6
ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	4
OMEGA	4
OPERATIONS RESEARCH LETTERS	2
JOURNAL OF OPERATIONS MANAGEMENT	2
TRANSPORTATION RESEARCH PART B: METHODOLOGICAL	1
OPERATIONS RESEARCH FOR HEALTH CARE	1
CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONS RESEARCH	1
INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION AND LOGISTICS MANAGEMENT	1
JOURNAL OF THE OPERATIONS RESEARCH SOCIETY OF JAPAN	1
Total general	**215**

Al mismo tiempo, la Ilustración 2 ayuda a visualizar las revistas con mayor número de publicaciones.

Ilustración 2: Número de publicaciones según Top Journals. Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a autores, se encontró que los artículos tienen en total 551 autores entre principales y secundarios, con 186 siendo autores principales. Esto evidencia que no existe un autor que predomine en el campo de la investigación de coordinación en cadenas de suministro. En la Ilustración 3 se muestra el top de los autores principales con mayor número de publicaciones y se observa que la diferencia es limitada.

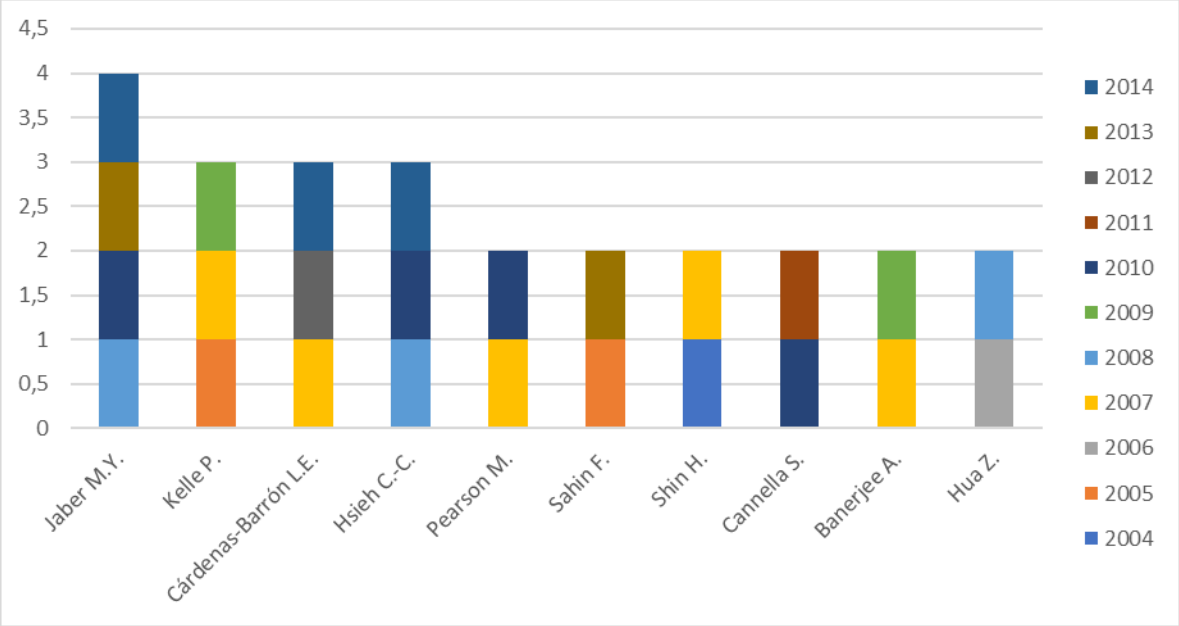

Ilustración 3: Número de publicaciones según Top Authors. Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se procede a enlistar las palabras clave usadas en los artículos; se encontraron un total de 790 keywords. La Ilustración 4 expone las palabras clave más usadas, encontrándose en los primeros lugares S*upply chain management*, *Supply chain coordination*, *Supply chain*, *Pricing* y *Quantity discount*, lo que denota que existe un buen número de artículos que se enfoca en problemas de asignación de precios (pricing), y el diseño de acuerdos de descuentos por cantidad.

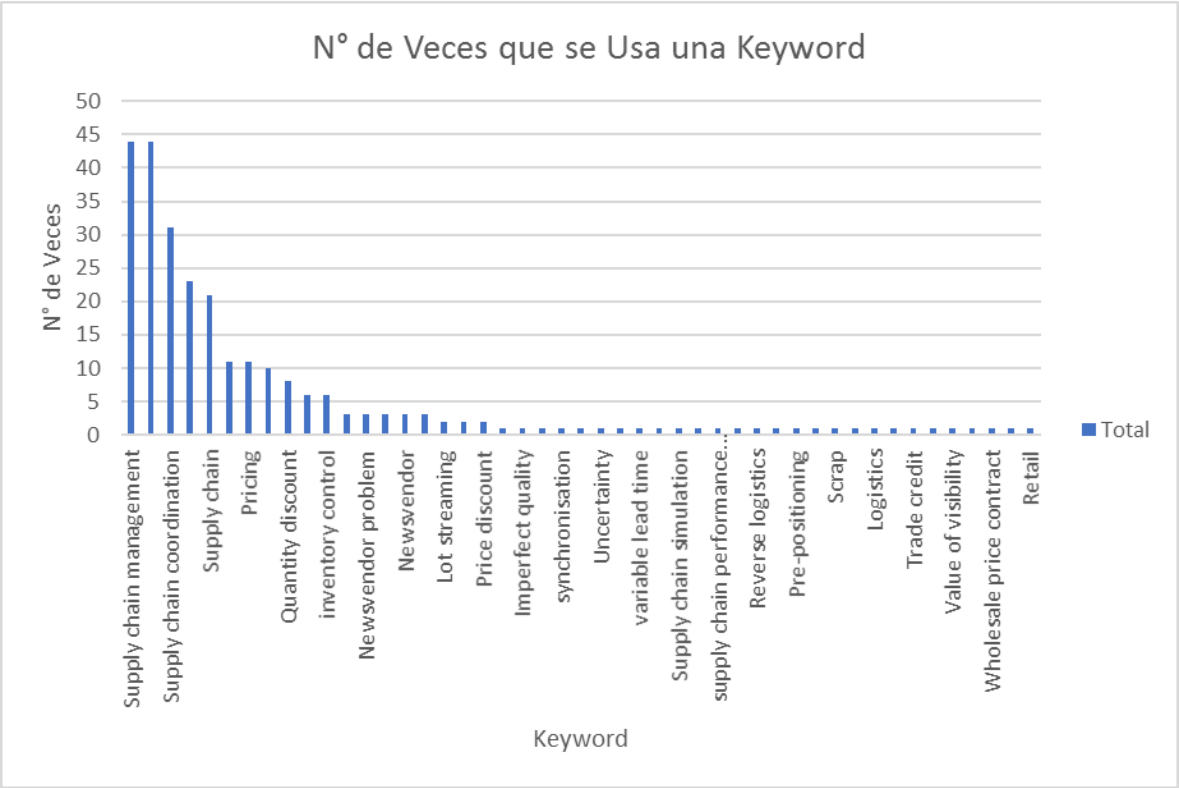

Ilustración 4: Top Keywords. Fuente: Elaboración Propia

La Ilustración 5 muestra el tema principal que manejan los artículos. Se observa que, con excepción de dos artículos, todos los artículos son aplicables a la logística de negocios/empresas.

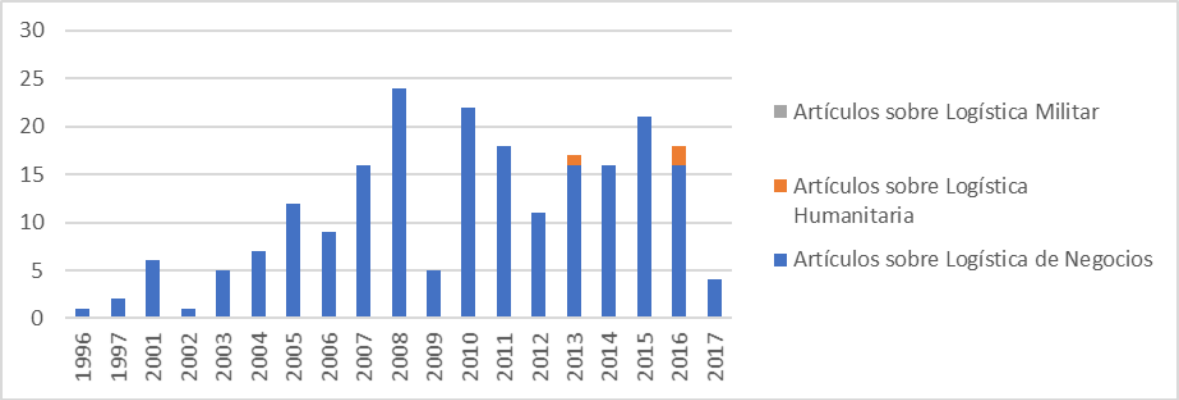

Ilustración 5: Temas que Manejan los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

4.3. Refinamiento de los Resultados de Búsqueda

A pesar del gran número de artículos obtenidos por la búsqueda anterior, debido a la estructura de los conjuntos de búsqueda, es posible que algunos autores no manejen aspectos de teoría de inventarios o de coordinación y que sólo los escriban en su resumen, título o palabras clave, sin verdaderamente aplicarlos en el desarrollo de sus artículos, por lo que es necesario revisarlos a fin de asegurarse que no sólo manejen estos temas, sino que también presenten modelación matemática.

La tabla 2 muestra cuántos artículos son pertinentes al tema de colaboración en cadenas de suministro, cuántos son pertinentes a teoría de suministro y cuántos presentan modelos matemáticos de optimización, a su vez que se enlistan los artículos que cumplen sólo una o dos condiciones y cuáles artículos que, al no cumplir una condición, cumplen o no las otras. En total son 43 los artículos que manejan estas tres condiciones, por lo que éstos serán la base real para la definición del marco de referencia.

Tabla 2: Filtro Final de los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

Condiciones	Colaboración en CS	Teoría de Inventarios	Artículo Matemático
No Pertinentes a Colaboración en CS	**0**	**27**	**14**
Pertinentes a Colaboración en CS			
No Pertinentes a Teoría de Inventarios	**51**	**0**	**15**
Pertinentes a Teoría de Inventarios			
No Presentan Artículo Matemático	78	78	0
Con Artículo Matemático	43	43	43
Total general	**172**	**148**	**72**

Sin embargo, antes de hablar de los artículos que cumplen todas las condiciones antes estipuladas, se hace imperativo una mirada más detallada a aquellos artículos que no cumplieron todos los requisitos:

Para empezar, 67 de los 215 artículos finales no presentan en sus modelos un enfoque basado en la teoría de inventarios; en cambio, están orientados a/trabajan en otras funciones. A

continuación, en la tabla 3, se enlistan las funciones a las que hacen referencia estos artículos y sus modelos.

Tabla 3: Funciones que Tratan los Artículos que no Manejan Teoría de Inventarios. Fuente: Elaboración Propia

¿En qué Función se Enfocan?	**N° de Veces**
Planeación Estratégica	11
Negociación	11
Precios	6
Distribución/Transporte	5
Producción	3
Estructura Organizacional	3
TICs	3
Abastecimiento	3
Financiación	2
Scheduling	2
Análisis de Costos	2
Gestión de la Información	2
Diseño de Red	2
Administración de Ganancias	2
Selección de Proveedores	1
Riesgo/Resiliencia	1
Lead Time	1

Aprendizaje Organizacional	1
Desarrollo de Productos	1
Marketing	1
Servicios Logísticos	1
Publicidad	1
Revisión	1
Logística Inversa	1
Total, general	**67**

Asimismo, son 43 los artículos que no tratan sobre coordinación en cadenas de suministro. Sin embargo, el hecho de que hayan pasado los criterios de búsqueda iniciales indica que debe haber algún contexto en el que utilicen la palabra "coordinación" distinto al requerido en este trabajo. En la tabla 4 se enlista los distintos contextos en los que se utiliza la coordinación en estos artículos.

Tabla 4: Diferentes contextos en los que se usa la palabra "Coordinación". Fuente: Elaboración Propia

Contexto del Uso de Coordinación	**N° de Veces**
Como Consideración para Realizar la Investigación del Paper	14
Como Herramienta para Facilitar/Mejorar Coordinación a Futuro	12
Como Consideración para el Desarrollo del Modelo Matemático	4
Como Elemento a Considerar en Posteriores Trabajos (Extensión)	4
Como Planeación de Órdenes	2
Se Considera que la Cadena ya está Coordinada	2

Como Toma de Decisiones entre Vendedores	1
Como Resultado de la Investigación	1
Como Comparación entre Estructuras Organizacionales	1
Como Ejemplo para Comparar los Resultados del Modelo	1
Existe Falta de Coordinación	1
Total, general	**43**

En esta tabla se puede observar que, en esta categoría, la coordinación se maneja principalmente como un elemento ya alcanzado o un elemento que se debe -o que se va a– desarrollar en investigaciones posteriores.

Cabe aclarar que “Consideración para Realizar la Investigación del Paper” agrupa los artículos en los cuales “los miembros están ya coordinados” es un supuesto/requerimiento para la aplicabilidad y/o realización del modelo que plantean; dicho en otras palabras, la coordinación ya se alcanzó y es una base para la optimización de otro elemento en la cadena.

Regresando al tema principal, la tabla 5 expone los artículos que quedaron tras la aplicación de los filtros, y su respectivo número de citaciones, a fin de dar un indicio de la importancia que pueden tener estos artículos a la hora de escoger un marco de referencia.

Tabla 5: Artículos Finales, y su número de citaciones. Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Artículo	**N° de Veces Citado**
Buyer vendor coordination models in supply chain management	187
Information sharing and coordination in make-to-order supply chains	179
The joint economic lot sizing problem: Review and extensions	129
Supply chain coordination in a market with customer service competition	113
Mean-variance analysis of a single supplier and retailer supply chain under a returns policy	111
Supply chain coordination with emissions reduction incentives	70
Supply-chain coordination under an inventory-level-dependent demand rate	46
Selective discount for supplier-buyer coordination using common replenishment epochs	43
An integrated vendor-buyer model with stock-dependent demand	42
Single-supplier/multiple-buyer supply chain coordination: Incorporating buyers' expectations under vertical information sharing	34
Buyer-vendor inventory coordination with quantity discount incentive for fixed lifetime product	27
An integrated production inventory model with raw material replenishment considerations in a three layer supply chain	27
The optimal consignment policy for the manufacturer under supply chain co-ordination	25

Coordination in a two-stage capacitated supply chain with multiple suppliers	25
Consumer environmental awareness and channel coordination with two substitutable products	21
A production-inventory model for a two-echelon supply chain when demand is dependent on sales teams' initiatives	14
A consignment stock coordination scheme for the production, remanufacturing and waste disposal problem	11
Supply chain coordination under discrete information asymmetries and quantity discounts	10
Multi-period risk minimization purchasing models for fashion products with interest rate, budget, and profit target considerations	10
Designing service level contracts for supply chain coordination	10
A joint optimal policy for a multiple-suppliers multiple-manufacturers multiple-retailers system	9
Coordinating decentralised assembly systems with random yield and random demand	9
A serial supply chain of newsvendor problem with safety stocks under complete and partial information sharing	8
Integration of capacity, pricing, and lead-time decisions in a decentralized supply chain	8
Collaborative forecasting, inventory hedging and contract coordination in dynamic supply risk management	6

Dynamic pricing, production, and channel coordination with stochastic learning	6
Optimal lot-sizing integration policy under learning and rework effects in a manufacturer-retailer chain	6
Coordination and competition in a common retailer channel: Wholesale price versus revenue-sharing mechanisms	5
A fractal echelon approach for inventory management in supply chain networks	4
Multi-echelon inventory control: An adjusted normal demand model for implementation in practice	3
Joint economic lot sizing problem for a three - Layer supply chain with stochastic demand	3
The impact of demand uncertainty on consumer subsidies for green technology adoption	2
Multi objective coordination of a supply chain with routing and service level consideration	2
Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration	2
Quantity discount coordination for allocation of purchase orders in supply chains with multiple suppliers	2
Pricing and ordering decisions of two competing supply chains with different composite policies: A Stackelberg game-theoretic approach	1
Service supply chain coordination with platform effort-induced demand	1

Coordination of social responsibility and order quantity in a two-echelon supply chain: A collaborative decision-making perspective	
Inventory sharing via circular bidirectional chaining	
A coordinated location-inventory problem in closed-loop supply chain	
Efficient inventory control for imperfect quality items	
Impact of coordination on costs and carbon emissions for a two-echelon serial economic order quantity problem	
Decentralised decision-making in a multi-party supply chain	

A modo de ilustración, se manifiesta en las Ilustraciones 6 y 7 la evolución de la publicación de artículos a lo largo de los años y los Top Journals que las han publicado. Nótese cómo *Management Science* desaparece del top 5, y es reemplazado por *Production Operations Management* y por *Annals of Operations Research*, pudiéndose concluir que los artículos en esta lista si proceden de revistas que tratan sobre gestión de operaciones. Cabe aclarar que todos los artículos de la lista anterior están enfocados principalmente a la logística de negocios.

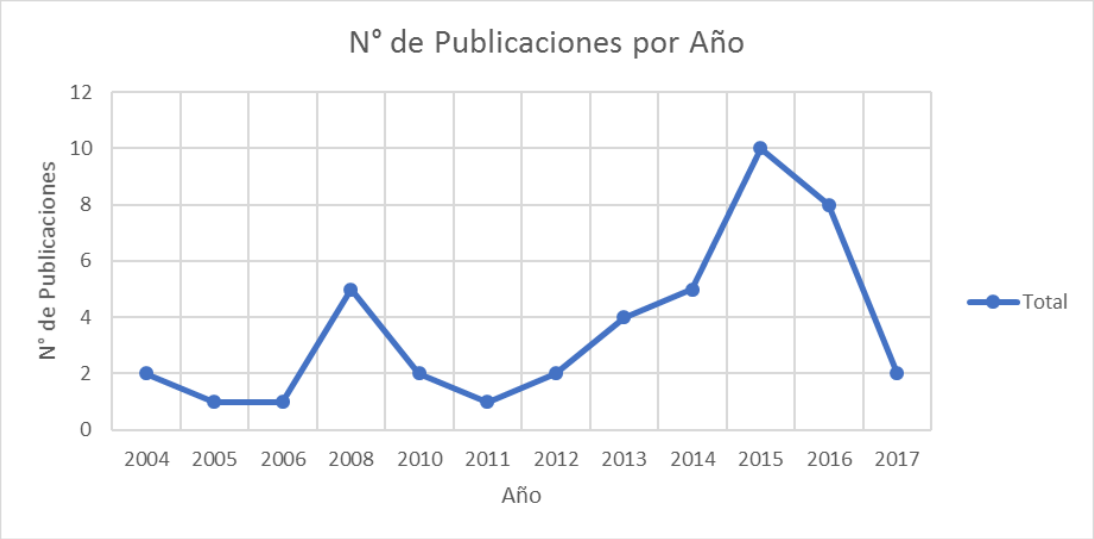

Ilustración 6: Número de publicaciones 2004-2017. Fuente: Elaboración Propia

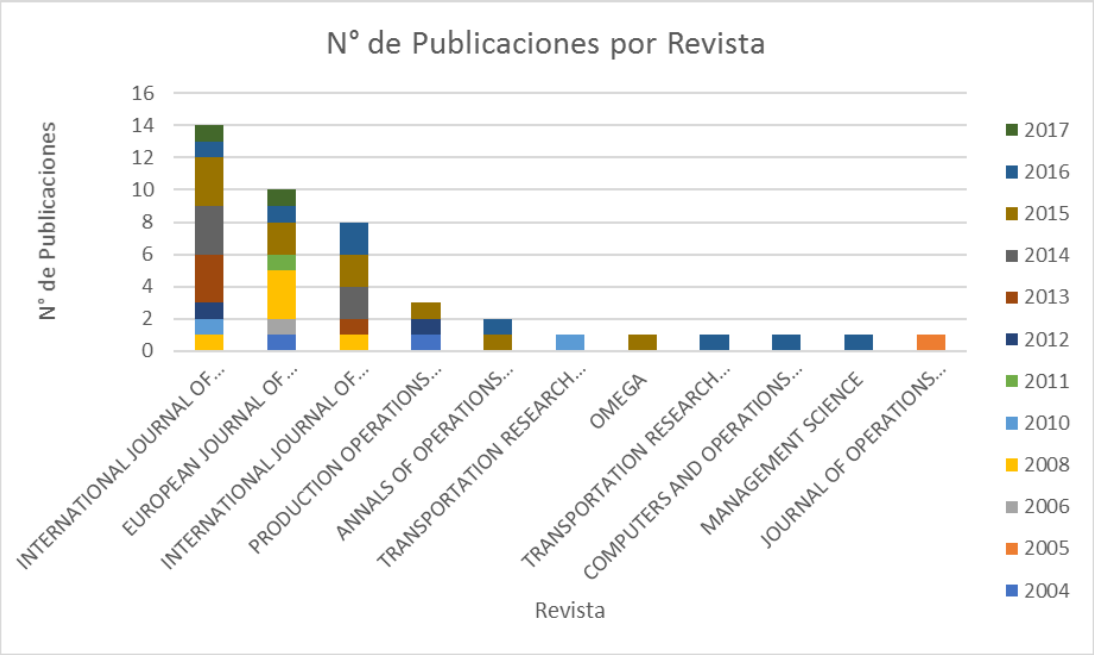

Ilustración 7: Número de publicaciones según Top Journals. Final. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, antes de empezar a analizar estos artículos, es necesario indicar que en este conjunto se encuentran tres artículos de revisión: (M. Ben-Daya, Darwish, & Ertogral, 2008), (S. L. Chen & Liu, 2008) y (Sarmah, Acharya, & Goyal, 2006). Estos artículos serán analizados por aparte en el capítulo 7.

5. Taxonomía

Con el objetivo de comprender mejor la estructura de cada artículo, éstos se clasifican bajo un conjunto de criterios.

5.1. Nivel de Decisión

Siguiendo las nociones básicas sobre los niveles de decisión: estratégico, táctico y operativo, se clasifican los artículos sobre estos niveles. Los resultados se resumen en la Ilustración 8. Se hace la observación de que casi todos los artículos se enfocan en decisiones de nivel táctico, como lo son decisiones sobre los niveles de inventario, planeación de capacidades de almacenamiento y transporte, y decisiones sobre precios. Esto es coherente con el desarrollo teórico de las decisiones de inventario que tradicionalmente se han ubicado como decisiones de tipo táctico.

Sólo dos trabajos manejan decisiones de nivel estratégico:

- (Nematollahi & Heydari, 2016), que trata la inclusión de aspectos sociales y ambientales en temas de negocios, con interacción con los stakeholders.
- (Zhang & Unnikrishnan, 2016), quienes definen acciones tanto a nivel estratégico (ubicación de centros de distribución) como táctico (control de inventarios).

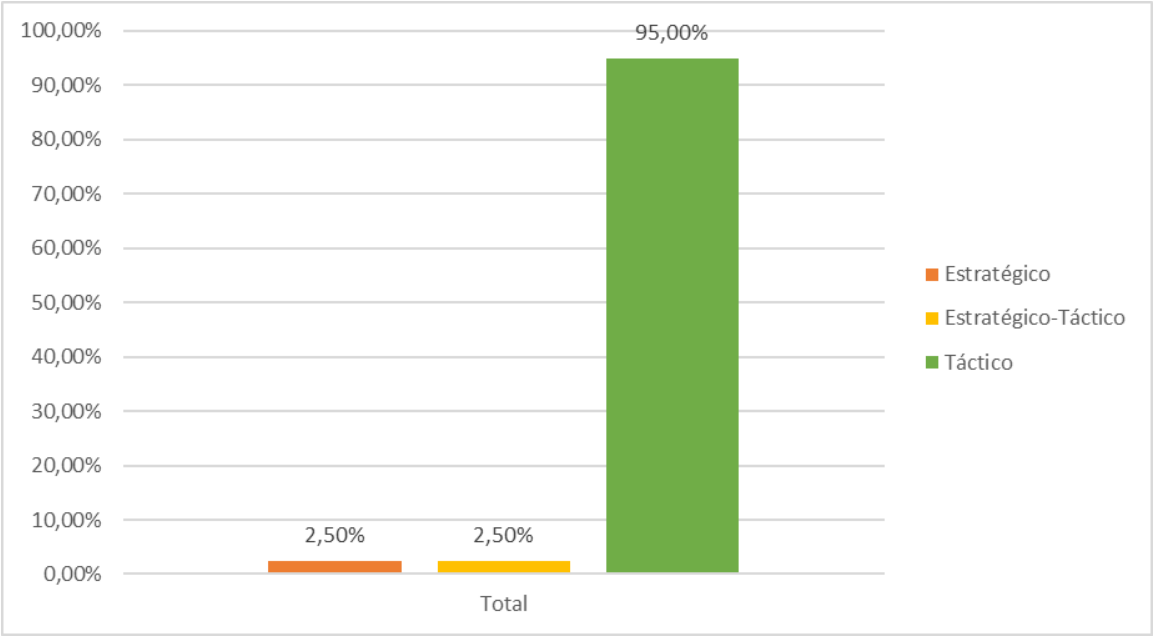

Ilustración 8: Nivel de Decisión de los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

5.2. Objetivo de Optimización

En esta parte, se busca exponer cuáles son los objetivos más comunes en los modelos propuestos en los artículos. Tras revisar los modelos propuestos en los artículos, se encontró que los artículos buscan:

- Minimizar costos.
- Maximizar ingresos.
- Maximizar el Nivel de Servicio.

En el caso de la minimización de costos, cabe aclarar que se contemplan otros costos aparte de los relacionados con el inventario, como son los costos de transporte, ubicación de instalaciones, producción, ruteo y desperdicios, entre otros.

Aparte de lo anterior, dos artículos buscaron optimizar otros atributos: (Bouchery, Ghaffari, Jemai, & Tan, 2016) buscan reducir los niveles de emisión de carbono, y (Choi, 2016) busca

reducir el riesgo inherente a la varianza de las ganancias. A continuación, se resume la clasificación de los artículos; se puede concluir que en la mayoría de los casos los investigadores en temas de coordinación buscan ya sea mejorar las ganancias obtenidas por todos los miembros de la cadena de suministro, o reducir los costos inherentes al proceso de la cadena. Se observa que algunos artículos manejan más de una optimización.

Tabla 6: Objetivos de la Optimización realizada en los Modelos Usados en los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

Minimiza Costos	**Maximiza Ingresos**	**Maximiza el Nivel de Servicio**	**Otro**
22	19	1	2

5.3. Enfoque del Modelado

En este apartado, se clasificaron los artículos según la manera en que los investigadores solucionan/desarrollan sus modelos de optimización. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Métodos de Solución de los Modelos Usados en los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

Enfoque de Modelaje	**N° de Artículos**
Algoritmo	11
Programación Lineal	9
Programación No Lineal	5
Teoría de Juegos	4
Modelo Híbrido	5
Heurística/Metaheurística	2
Programación Dinámica	2

Chance-constrained Programming	1
Simulación	1
Total, general	**40**

De esta tabla se puede observar que varios investigadores buscan diseñar sus propios algoritmos para la solución de sus problemas; esto ocurre en la mayoría de los casos debido a la complejidad de los problemas que buscan solucionar, aunque también se observa que la programación lineal (entera o mixta) sigue siendo un método preferible para el diseño de modelos.

Hay que realizar mención especial a los modelos híbridos, debido a que manejan múltiples técnicas: (Bouchery et al., 2016) combinó programación multiobjetivo con un algoritmo de búsqueda, por su parte (Smirnov & Gerchak, 2016) empleó modelos lineales y estocásticos, a su vez (Taleizadeh, Noori-daryan, & Govindan, 2016) integró teoría de juegos con el desarrollo de algoritmos de solución, mientras que (Zhang & Unnikrishnan, 2016) hicieron uso de programación entera no lineal, Chance-constrained Programming y Algoritmos, y finalmente (Abdelsalam & Elassal, 2014) propusieron múltiples algoritmos basados tanto en técnicas algebraicas como estocásticas.

Al mismo tiempo, se realiza una breve descripción de los algoritmos planteados por los artículos que trabajan con ellos, incluyendo aquí técnicas como la programación dinámica y el diseño de heurísticas y metaheurísticas, que también son consideradas como algoritmos.

Tabla 8: Descripción de los Algoritmos Diseñados. Fuente: Elaboración Propia

Artículo	**Descripción del Algoritmo**
Bouchery, 2016	Se enfoca en la optimización de dos objetivos: los costos totales y las emisiones de carbono totales, cada una con un modelo matemático distinto. El algoritmo considera un conjunto S de soluciones factibles, cuyas unidades están representadas por el par de datos (Costo Total, Emisión Total). El algoritmo busca soluciones óptimas en S bajo el concepto de Soluciones Eficientes Fuertemente Compatibles.
Alamri, 2015	El algoritmo simplifica el modelo de optimización al considerar que los tiempos de screening son dependientes del tamaño de lote a ordenar, lo que convierte la función objetivo en una función sin restricciones.
Taleizadeh, 2016	El algoritmo se basa en un enfoque teórico de juegos de Stackelberg, en la cual el manufacturero es el seguidor y los comerciantes son los líderes. Bajo este enfoque, el manufacturero define sus variables de decisión, para que luego los comerciantes determinen sus propias variables, que son luego optimizadas tras una serie de sustituciones y reemplazos en las ecuaciones del modelo propuesto.
Thomas, 2016	El algoritmo resuelve el problema maestro (el que engloba todos los miembros de la cadena) bajo un enfoque de generación de columnas. La idea general de la generación de columnas es la de

	que, como la mayoría de las variables del problema serán no básicas y supondrán un valor de cero en la solución óptima, solo se tendrá en cuenta un subconjunto de variables en teoría al resolver el problema. La generación de columnas aprovecha esta idea para generar solo las variables que tienen el potencial de mejorar la función objetivo.
Zhang, 2016	Si bien los modelos propuestos son programas cónicos cuadráticos mixtos enteros que pueden ser resueltos directamente por CPLEX, el desempeño de CPLEX empeora cuando se aumenta el coeficiente de variación (CV) de productos nuevos y devueltos. Por lo tanto, se desarrolla un algoritmo de aproximación externa (OA) para resolver el programa no lineal propuesto cuando los CV son más grandes que 1.
Gao, 2015	Con el fin de cubrir riesgos en su nivel de inventario, el comerciante basa su decisión de ordenar al proveedor en señales proveídas por este sobre su estado (si puede o no cumplir las órdenes). El riesgo de disrupción es monitoreado continuamente mediante un pronóstico colaborativo tomando en cuenta estas señales.
Zhang, 2015	El algoritmo busca encontrar la cantidad de productos tradicionales y ambientales a ordenar por el comerciante, cuando existe un límite de unidades que se pueden ordenar. Bajo un

	conjunto de condicionales, se pueden definir estos valores, que luego se usan para optimizar la función objetivo.
Alaei, 2015	El algoritmo presentado se basa en el Harmony Search; en este caso, se crea una Memoria de Armonía (una matriz "base de datos") mediante la randomización de las cantidades a ordenar de los distintos comerciantes. Luego, se escoge una solución tomando datos de la Memoria y alterándolos si es necesario bajo reglas de probabilidad. Luego se observa si esta solución es buena.
Li, 2015	El modelo considera un horizonte de tiempo de dos periodos, en la que se maneja una tasa de aprendizaje, en la cual el manufacturero puede bajar sus costos de producción en el segundo periodo ganando experiencia en el primer periodo.
Abdelsalam, 2014	Con el fin de resolver el modelo planteado, los autores primero deciden usar un método libre de derivadas planteado en un trabajo anterior. Luego, debido a la naturaleza estocástica de su problema, proponen cuatro algoritmos de inteligencia computacional para la resolución del modelo.
Cárdenas-Barrón, 2014	El modelo considera que el manufacturero emplea estrategias promocionales, como el uso de descuentos, regalos, servicios especiales (publicidad, empacado, etc.), entre otros, con el fin de incrementar sus ventas. El algoritmo usa estas iniciativas (como una variable discreta en forma de una escala de puntos) como

	punto de partida para hallar las otras variables de decisión en cada una de las tres estrategias que plantea el método, para luego comparar los resultados y elegir la mejor estrategia.
Chen, T-H., 2014	Debido a que los modelos de optimización de ganancias propuestos en el paper involucran la interacción de múltiples variables, se diseña un algoritmo de búsqueda para determinar los precios de venta óptimos, los ciclos de reabastecimientos óptimos y los múltiplos enteros óptimos de los envíos de los productos finales y la materia prima.
Berling, 2014	La heurística se basa en descomponer el problema de inventario multi-escalón en N+1 sistemas de un escalón, coordinadas por un costo de backorder en el almacén central, para luego hallar el lead time y los puntos de reorden tanto en el almacén central como de cada vendedor.
Bendaya, 2013	El algoritmo se propone porque los autores buscan optimizar el modelo de la cadena de suministro mediante métodos libres de derivadas. El algoritmo empieza con la obtención del número de envíos de materia prima recibida por el proveedor y el manufacturero, para luego definir un rango de búsqueda de valores óptimos del número de envíos, que luego se usan para la obtención de múltiplos enteros de los tiempos de ciclo del manufacturero y del comerciante. Las distintas combinaciones de

	estas variables se usan finalmente para obtener el tiempo de ciclo común para todos los vendedores y el costo total de la cadena.
Sajadieh, 2013	El algoritmo busca optimizar el costo total de la cadena de suministro, basándose en una serie de proposiciones que toman en cuenta los tiempos de ciclo de los miembros de la cadena (cada tiempo de ciclo es un múltiplo entero del tiempo de ciclo del miembro del escalón inferior de la cadena) y la existencia de límites superiores de estos tiempos.
Jaber, 2013	Los autores del paper proveen al lector de un mecanismo de solución paso a paso de su modelo propuesto a pesar de que éste puede ser realizado mediante programas especializados (como Maple o MathCad). El algoritmo comienza inicializando el Multiplicador de Tamaño de Lote (Coordinación) Vendedor Comprador como 1, el costo total como un número arbitrariamente grande y considerando que no se excede el límite de emisiones, para luego obtener la tasa de producción, y empezar a optimizar el costo total a partir de esos valores.
Jeong, 2012	Los autores proponen dos algoritmos: uno basado en el Método de Dirección Alternante (ADM), y otro basado en el Método de Aproximación Cuadrático Diagonal. Ambos algoritmos buscan resolver iterativamente los modelos establecidos para los posibles

	miembros de la cadena de suministro (clasificados en el miembro más bajo, el miembro más alto y los miembros intermedios) e informando las soluciones óptimas a los miembros adyacentes.
Sajadieh, 2010	El algoritmo busca mediante iteraciones encontrar los valores óptimos conjuntos de las tres variables de decisión del modelo coordinado, inicializando los números de lote y las ganancias totales.
Mishra, 2003	El algoritmo busca la optimización mediante la búsqueda del par (Época de Reabastecimiento Común, Descuento del Precio de Compra) que minimiza la función objetivo, al definir arbitrariamente un valor para la Época de Reabastecimiento Común, que permite hallar el porcentaje de descuento aceptable para el modelo, y luego resolviendo el modelo propuesto.

En esta categoría también se hace pertinente indicar que algunos algoritmos simplifican el problema planteado en sus respectivos artículos, haciendo más fácil la obtención de una respuesta adecuada. Bajo este contexto, los algoritmos de (Alaei & Setak, 2015), (T. H. Chen & Tsao, 2014) y (Mohammed Ben-Daya, As'Ad, & Seliaman, 2013) plantean algoritmos para obtener soluciones más simples, mientras los demás trabajos realizan sus algoritmos partiendo de los problemas complejos.

5.4. Mecanismo de Coordinación

A continuación, se presentan los mecanismos empleados en los artículos para lograr la coordinación entre los miembros de la cadena de suministro. Los mecanismos observados se presentan (junto al N° de veces que son empleados) en la Tabla 9.

Tabla 9: Mecanismos de Coordinación Utilizados en los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

Mecanismo de Coordinación	N° de Veces Utilizada
Toma de Decisiones Colaborativa	13
Intercambio de Información	6
Contrato de Participación en Ingresos	5
Contrato de Descuento por Cantidad	5
Contrato de Creación Propia	4
Contrato de Recompra	3
Mecanismo Propio	2
Inventario Administrado por el Vendedor (VMI)	2
Contrato de Costo Compartido	2
Consignment Stock	1
Contratos de Subvención de Gastos	1
Contrato Markdown Money	1
Contrato de Transferencia de Pago basado en la Mejora de Pareto	1
Contrato de Precios al Por Mayor con Cantidad Mínima de Pedido	1

Contrato de Penalización por Unidad	1
Contrato de Penalización Fija	1

Cabe aclarar que existen artículos en donde se presentan más de un mecanismo. Al mismo tiempo, la categoría "Toma de Decisiones Colaborativas" agrupa aquellos artículos en los cuales no se presenta de forma explícita un mecanismo de coordinación; en cambio, estos artículos asumen como supuesto de la coordinación del sistema que las partes interesadas "trabajan en conjunto" y consideran de manera colectiva los elementos a coordinar, como por ejemplo los casos de (Bouchery et al., 2016) y (Zhang & Unnikrishnan, 2016); en el primero, los miembros de la cadena consideran de manera colectiva los costos en el sistema, mientras que en el segundo el modelo busca optimizar las decisiones de inventario y localización de centros de distribución, con éstos compartiendo los periodos de revisión de inventario.

Aunque en estos artículos estas acciones logran coordinación en sus respectivas cadenas, es necesario que se defina claramente un mecanismo de coordinación, ya que la existencia de un mecanismo claramente definido garantiza el desarrollo completo de las decisiones que se definan.

5.5. Estructura de la Cadena de Suministro

En este apartado se expone las estructuras de cadena de suministro que se definen en los modelos descritos en los artículos. Los resultados se exhiben en la Tabla 10.

Tabla 10: Estructuras de Cadenas de Suministro de los Artículos. Fuente: Elaboración Propia

Estructura de la Cadena de Suministro	N° de Veces Utilizada
Un Manufacturero, Un Comerciante	8

Un Proveedor, Un Comerciante	8
Un Proveedor, Múltiples Comerciantes	4
Múltiples Proveedores, Un Manufacturero	3
Un Proveedor, Un Manufacturero, Múltiples Comerciantes	3
Un Operador Logístico de Vehículos, Múltiples Proveedores, Múltiples Clientes Finales	1
Un Manufacturero, Múltiples Distribuidores, Múltiples Comerciantes	1
Dos Manufactureros, Un Comerciante	1
No Especificada/Se puede Usar en Cadenas con Dos Miembros	1
Gobierno, Un Proveedor, Múltiples Clientes Finales	1
Un Proveedor, Un Manufacturero	1
Múltiples Proveedores, Múltiples Manufactureros, Múltiples Comerciantes	1
Una Planta, Centros de Distribución Directa e Inversa, Múltiples Comerciantes	1
Múltiples Proveedores, Un Manufacturero, Un Comerciante	1

Dos Cadenas, compuestas por un Comerciante Mayorista y uno Minorista	1
No Especificada/Se puede Usar en Cadenas con Varios Miembros	1
Una Terminal, Un Operador de Rieles/Carriles, Múltiples Minas	1
Un Almacén Central, Múltiples Comerciantes	1
Un Hotel, Una Plataforma Virtual, Dos Tipos de Clientes Finales	1
Total, general	**40**

En esta tabla se puede observar fácilmente que la mayoría de los investigadores en esta área se inclinan a la investigación de cadenas de suministro de dos eslabones (un 70% de los artículos). Esta tendencia a considerar cadenas tan simples es un gran problema si consideramos que en la realidad las cadenas presentan un mayor número de miembros: sólo en el caso de la Bienestarina, la cadena puede tener entre 4 a 6 eslabones.

Se podría deducir que esta situación ocurre por la complejidad presente en las condiciones de vida real, por lo que los autores estarían resignados a simplificar los modelos a fin de presentar una respuesta a los problemas que investigan.

Finalmente, se hace necesario explicar algunos casos particulares:

- (Bouchery et al., 2016) y (Jeong & Jorge Leon, 2012) no definen los eslabones que componen sus modelos. El primero sólo llama a los miembros de la cadena como eslabones, mientras que el segundo indica que su modelo se puede aplicar a cadenas de múltiples escalones (desarrolla el modelo con una cadena un manufacturero y un comerciante, pero realiza un ejemplo numérico con una cadena compuesta por un proveedor, un manufacturero, un centro y un comerciante)
- (Soysal, Bloemhof-Ruwaard, Haijema, & van der Vorst, 2016), (Thomas, Krishnamoorthy, Venkateswaran, & Singh, 2016), (Cohen, Lobel, & Perakis, 2016), (Zhang & Unnikrishnan, 2016), (Zha, Zhang, Yue, & Hua, 2015), (Berling & Marklund, 2014) y (Boyaci & Gallego, 2004) emplean miembros distintos a los comunes (proveedor, comerciante, manufacturero, por ejemplo).

5.6. Tipo de Coordinación

En este apartado, se enlista de qué manera se coordinan los miembros de la cadena de suministro: de manera horizontal, vertical, o si el modelo realiza ambas clases de coordinación. Los resultados se ilustran en la Ilustración 9.

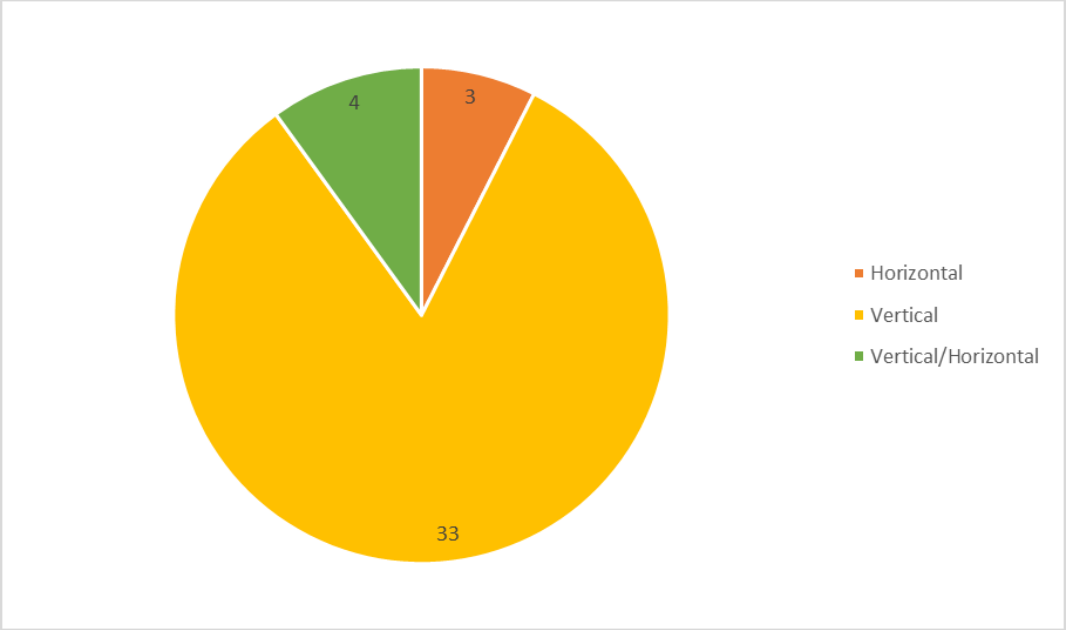

Ilustración 9: Clasificación de los Artículos según el Tipo de Coordinación. Fuente: Elaboración Propia

La gráfica muestra que la gran mayoría de los autores de estos artículos buscan lograr un grado de cooperación entre los distintos eslabones de una cadena de suministro, en vez de lograr una coordinación entre los distintos miembros de un mismo eslabón/escalón. Esta conclusión se logra ratificar con la tabla presente en el anterior numeral, al observar que la mayoría de las cadenas de suministro presentan eslabones de un solo miembro (un comerciante o un proveedor, por ejemplo).

5.7. Decisiones a Tomar

Otro de los elementos a tomar en cuenta son las decisiones que se toman y las acciones que se deben realizar una vez que se apliquen los modelos propuestos en los artículos. En algunos casos, por ejemplo, algunos modelos definen más de una acción a realizar. Las distintas acciones propuestas en los artículos se enlistan en la Tabla 11.

Tabla 11: Decisiones tomadas tras la Aplicación de los Modelos. Fuente: Elaboración Propia

Decisión Tomada	**N° de Veces Aplicada**
Cuánto Ordenar	22
Definir el Precio de Venta	7
Cuando Ordenar	5
Cuánto Producir	5
Cantidad de Envíos a Realizar	4
Cuando Reabastecer	3
Cómo será el Tiempo de Ciclo	2
Cuánto Descuento el Manufacturero Debería Ofrecer	2
Niveles de Stock	2
Asignación de Ganancias entre Proveedores	1
Cómo Transportar Entre Comerciantes	1
Cuáles Comerciantes son Excluidos del Descuento	1
Cuando Realizar Envíos	1
Cuando Revisar Inventario	1
Cuántas Habitaciones Asignar a una Plataforma Virtual	1
Cuánto Almacenar	1
Cuánto Comprar	1
Cuánto Invertir en Responsabilidad Social Corporativa	1
Cuánto Reparar	1
Cuánto Subsidiar	1

Cuánto Transferir a la Zona de Exhibición	1
Definición de Comerciantes para cada Centro	1
Definición de Políticas de Descuento	1
Definir el Precio de Compra	1
Definir el Precio por Devolución	1
Dónde Ubicar Centros de Distribución	1
Número de Vehículos Usados	1
Opción del Manufacturero de Arrastrar Inventario al Siguiente Periodo	1
Participación en el Mercado	1
Plan de Producción	1
Preparación/Programación de Trenes	1
Qué Producto Reabastecer	1
Rutas de Distribución	1
Ruteo de los Vehículos	1

Como se puede observar, la decisión más común a tomar es el de definir cuánto se debe ordenar, ya sea para un eslabón de la cadena de suministro o en toda la cadena, seguida por decisiones relacionadas con planeación de la producción y distribución. Lo anterior se consolida al tomar en cuenta que en el apartado 5.1. Nivel de Decisión casi todos los artículos toman decisiones de nivel táctico.

5.8. Contexto de la Coordinación

Cuando se aplicaron los últimos filtros a la lista de artículos, sólo se tomó en cuenta si trataban el tema de coordinación. En este apartado se busca esclarecer de qué manera consideran la coordinación en la cadena de suministro; para efectos de esta clasificación, se considera que un artículo puede tomar la coordinación como un supuesto para el desarrollo del modelo de optimización (es decir, que ya existe coordinación en la cadena a través de operaciones y/o conocimientos compartidos entre los eslabones de la cadena) o, por el contrario, la coordinación se desarrolla tras la aplicación del modelo (el modelo define acciones y/o decisiones compartidas por varios o todos los miembros de la cadena). En la Ilustración 10 se resume esta clasificación.

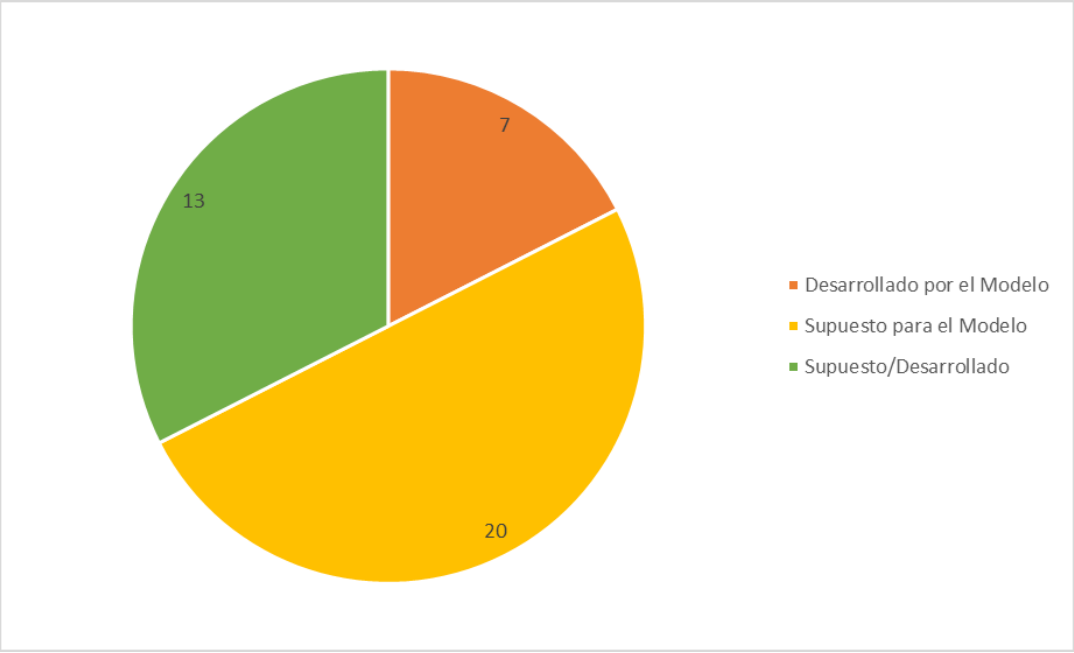

Ilustración 10: Contexto en el que se Utiliza la Coordinación. Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, 20 artículos consideran la coordinación entre los miembros de una cadena de suministro como un supuesto, aunque se puede inferir que estos artículos buscan mejorar el grado de coordinación ya existente entre los miembros de sus cadenas de suministro.

5.9. Variables y Parámetros

Con el fin de entender bajo qué canales se desarrollan los modelos para la coordinación en la cadena de suministro, se buscará agrupar todas las variables y los parámetros que usan los modelos de la lista de artículos, y observar cuáles de ellos son los más comunes, al tiempo que se observarán qué artículos diseñan variables y parámetros propios que sólo tienen razón en el contexto de sus propios problemas. Tras el proceso de identificación y clasificación, se obtuvo un total de 623 elementos entre variables y parámetros. Sin embargo, la mayoría de éstos hacen referencia a una variable o parámetro más común y genérico, mientras otros son exclusivos del artículo que los refieren.

Tras agrupar estas variables y parámetros, se obtuvo un total final de 218 atributos distintos: 54 variables y 176 parámetros, con la particularidad de que existen algunos atributos que son variables en algunos artículos y parámetros en otros, esto dependiendo de cómo son tomados en cuenta por los autores para el desarrollo de sus modelos. Para facilitar el análisis de estos atributos, éstos serán enlistados según categorías, al tiempo que se indicarán cuántos trabajos los utilizan. La clasificación se encuentra en el Anexo A: Clasificación de Variables y Parámetros.

Tras la realización de la clasificación, se puede notar aquellas variables y atributos que han sido usadas múltiples veces; la Ilustración 11 expone el número de veces que un atributo fue usado (sólo considera aquellos atributos usados más de una vez).

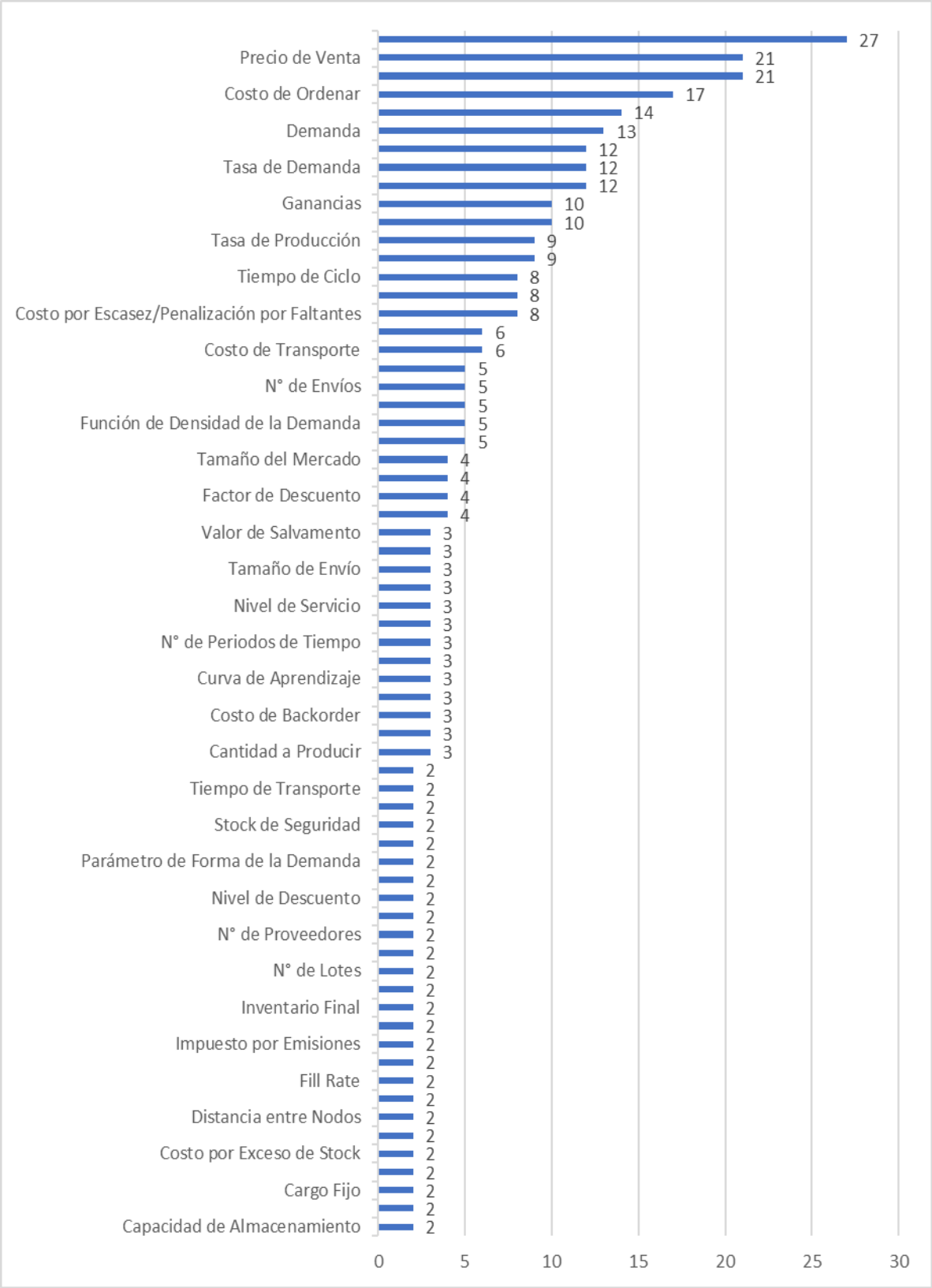

Ilustración 11: Variables y Parámetros Más Utilizados. Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, los atributos más utilizados son aquellos relacionados con costos, ingresos y unidades, que coincide con el hecho de que casi todos los trabajos tratan con la optimización de éstos. Igualmente, se encuentra que son los parámetros los que son más usados (la tabla se compone de 66 atributos, 48 son parámetros y sólo 8 son variables; los demás son usados como variables o como parámetros en función del o de los autores).

Asimismo, se observa que varios atributos sólo se usan una vez en toda la lista de artículos; esto en gran medida a que son diseñados exclusivamente para la realización del modelo matemático en que se usan con el fin de representar las condiciones que se estudian en cada artículo. Además de esto, también es importante apreciar que, en algunos de estos casos, los investigadores declararon variables y parámetros que son clave para alcanzar la coordinación en la cadena, en cuanto a que ayudan a estructurar el modelo de coordinación que plantean, o definen un modelo de coordinación (como los contratos) Estas variables y parámetros son:

- Cantidad a Reabastecer en el Sub-fractal
- Cantidad a Transportar entre Sub-fractales
- Cantidad que se Trasborda Entre Comerciantes
- N° de Cuartos Asignados a la Plataforma Virtual
- Factor de Descuento
- Crédito de Devolución Pagado por Unidad Devuelta
- Punto de Ruptura
- Decisión de Abrir un Centro de Distribución
- Decisión de Asignar un Comerciante a un Centro de Distribución
- Decisión de Seleccionar un Intervalo de Revisión a un Centro de Distribución
- Época de Reabastecimiento Común

- Cargo Fijo
- Comisión de Envío por Unidad
- Cuota Fija Pactada en el Contrato
- Proporción de las Ganancias Totales que un Proveedor Puede Obtener
- Ratio del Costo Compartido de la Habitación Reservada Vacante
- Ratio del Costo Compartido del Esfuerzo de Venta
- Subsidios

También es posible observar que en años recientes han venido apareciendo atributos que han sido utilizados en trabajos de años recientes: de los 218 atributos de la lista, 118 empezaron a ser acuñados desde el año 2014, como son por ejemplo la capacidad de carga (empezó a usarse en 2015 y en la lista fue usado cuatro veces), el costo de comprar (empezó a utilizarse en 2016 y fue usado 5 veces) y las unidades demandadas, que empezó a aparecer en 2015 pero su uso se amplió a partir del año 2016 (fue usada en 9 de los 10 artículos más recientes de la lista). Aunque es importante aclarar que algunos de los atributos que aparecen en estos últimos años son usados exclusivamente para la modelación de un solo trabajo (por ejemplo, 15 de los 24 atributos usados por (Soysal et al., 2016) son exclusivos de su investigación), tanto es esta situación que de los 118 atributos anteriormente anunciados, 100 son usados por un solo trabajo.

Esto permite intuir que, si bien es posible que las investigaciones en el área de colaboración en cadenas de suministro se adapten a las necesidades de estos tiempos, los investigadores se enfocan en problemas particulares a su entorno y por ende sus trabajos terminen siendo de aplicación muy específica.

Finalmente, sobresale el hecho de que algunos atributos de la clasificación son considerados tanto variables como parámetros; esto ocurre porque el contexto en el que se usa este atributo

puede variar según el o los investigadores. A continuación, se dará una breve explicación de los casos más notorios.

- Tasa de Producción: (Cárdenas-Barrón & Sana, 2014; Jaber, Glock, & El Saadany, 2013) la usan como una variable de decisión continua para la realización de sus modelos.
- Capacidad de Almacenamiento: (Zhang & Unnikrishnan, 2016) la considera como una variable de decisión, al referirse a la capacidad de almacenamiento de los centros de distribución inversos.
- Capacidad de Producción: (Zhu, 2015) considera este atributo como variable de decisión, al referirse a la capacidad de producción de los proveedores como función de la tasa de demanda para el desarrollo del modelo.
- Tiempo de Ciclo: Es considerado variable de decisión por (Abdelsalam & Elassal, 2014) (tanto en el tiempo de ciclo de los proveedores, el de los manufactureros y en un tiempo de ciclo común para los comerciantes).
- Nivel a Ordenar Máximo: (Zhang & Unnikrishnan, 2016) lo considera como variable de decisión (como nivel a ordenar en centros de distribución directos) mientras que (Ryu, Moon, Oh, & Jung, 2013) lo define como parámetro para la administración de los niveles de inventario.
- Nivel de Stock Base: (Tokta-Palut & Ülengin, 2011) lo considera como variable de decisión debido a que el modelo considera múltiples proveedores y cada uno busca mejorar sus costos de mantener producto y de backorder, mientras que (Boyaci & Gallego, 2004; Sieke, Seifert, & Thonemann, 2012) lo consideran como un parámetro.

5.10. Novedad

Finalmente, se realiza una exposición sobre las novedades en cuanto a las temáticas y consideraciones en que se mueve la literatura revisada. Una breve exposición sobre estas novedades se presenta en el Anexo 2: Novedades en las Investigaciones.

Durante el proceso de análisis de la literatura, se encontró que varios artículos se mueven por un mismo canal, por lo que es posible agrupar los trabajos según varias temáticas. Las categorías encontradas son:

I. Comparación de Modelos: Son trabajos que consideran dos o más modelos, cadenas, algoritmos o mecanismos de coordinación y evalúan cuál o cuáles serían los más óptimos en función de determinados contextos.

- Taleizadeh, 2016
- Thomas, 2016
- Chakraborty, 2015
- Abdelsalam, 2014
- Toktapalut, 2011
- Zhou, 2008
- Sahin, 2005
- Boyaci, 2004

II. Distintos Tipos de Productos: Estos trabajos manejan productos con propiedades específicas (productos sustituibles, con vida útil fija, entre otros).

- Soysal, 2016
- Zhang, 2015

- Duan, 2010

III. Factores Sociales/Ambientales: Investigaciones que toman en cuenta aspectos como las emisiones de gases, el consumo energético y/o la inclusión de componentes sociales como la intervención del gobierno y las tecnologías verdes.

- Bouchery, 2016
- Nematollahi, 2016
- Cohen, 2016
- Jaber, 2013

IV. Manejo de Riesgos: Investigaciones que toman en cuenta situaciones desfavorables que son posibles en la normal operación de la cadena (como la posibilidad de faltantes, productos imperfectos o disrupciones).

- Choi, 2016
- Alamri, 2015
- Gao, 2015
- Sajadieh, 2013
- Choi, 2008

V. Nuevas Estrategias: Son trabajos que diseñan nuevas formas de tomar en cuenta las condiciones propias del entorno en donde se desarrolla la cadena de suministro, como por ejemplo el factor de aprendizaje, el precio, el lead time, rendimientos ganancias, el tiempo de ciclo, el nivel de servicios y la disponibilidad de información, entre otros.

- Alaei, 2015
- Zhu, 2015
- Guray Guler, 2015
- Huang, 2015
- Zissis, 2015
- Cárdenas-Barrón, 2014
- Chen, T-H., 2014
- Jaber, 2014
- Bendaya, 2013
- Jeong, 2012
- Sieke, 2012
- Sajadieh, 2010
- Mishra, 2003

VI. Nuevas Estructuras: Son trabajos que consideran nuevas formas de relacionar los diferentes actores de la cadena de suministro (vendedores, compradores proveedores de servicios, por ejemplo).

- Smirnov, 2016
- Zhang, 2016
- Zha, 2015
- Li, 2015
- Berling, 2014
- Ryu, 2013

- Karabati, 2008

Es importante notar cómo las únicas categorías relativamente nuevas son la consideración de factores sociales y ambientales y la consideración de varios tipos de productos; todas las otras categorías se han venido desarrollando a lo largo de la línea de tiempo de la lista de revisión, mientras que sólo se empieza a considerar múltiples productos desde 2010 y factores ambientales y sociales desde 2013, demostrando la apertura de nuevos factores a considerar en el diseño y operación de cadenas de suministro.

6. Artículos de Revisión

Como se señaló anteriormente, en este apartado se analizarán los tres artículos de revisión previamente separados de la lista de artículos finales, contemplando los aspectos más relevantes de cada revisión. Este análisis aparte se realiza debido a que su estructura no permite una revisión taxonómica como la realizada anteriormente a los otros artículos.

6.1. The Joint Economic Lot Sizing Problem: Review and Extensions

(M. Ben-Daya et al., 2008) presentan una revisión comprensiva sobre las principales características y políticas que regían - en la época en que se publicó el artículo - el problema del tamaño de lote económico conjunto (o Joint Economic Lot Sizing Problem en inglés; referido como JELP en el artículo), con el propósito de evaluar tales políticas y cuánto los resultados obtenidos de estas políticas se desviaban de la solución óptima.

La revisión comienza declarando las suposiciones más comunes que existen en la literatura que trata sobre el JELP para luego formular un modelo genérico. Tras esta formulación inicial, (M. Ben-Daya et al., 2008) describe otros modelos básicos del JELP: La política lote-por-lote, las políticas de envíos de igual tamaño, las políticas de envíos geométricos, para luego presentar una política híbrida entre las políticas de envíos de igual tamaño y geométricas Sus descripciones son luego compendiadas en una tabla que resalta las variables de decisión, parámetros y valores óptimos de cada política; finalmente, se presenta la política óptima.

Tras la revisión, se propone un marco de referencia que abarca todas las políticas anteriores y que funciona como una plataforma para comparar siete políticas propuestas en la literatura y su desviación frente a la política óptima.

El artículo concluye con la observación de que la política híbrida tiende a presentar los resultados más cercanos a la política óptima, y de que el estudio del JELP debe buscar expandirse a cadenas más complejas (de más de dos eslabones), y con situaciones más realistas (consideración de decisiones de transporte junto a las decisiones de producción e inventario).

6.2. The Optimal Consignment Policy for the Manufacturer Under Supply Chain Coordination

(S. L. Chen & Liu, 2008) buscan analizar la estrategia del Consignment Stock (simplificado como CS) como alternativa para la administración del inventario en la cadena de suministro. El artículo comienza con una descripción sobre cómo la política funciona, junto con sus posibles ventajas y desventajas, para luego enfocarse en identificar la política de CS óptima para alcanzar la coordinación en la cadena.

Durante la formulación del modelo, (S. L. Chen & Liu, 2008) se enfocan en comparar la formulación del modelo de optimización bajo un sistema tradicional con la formulación bajo la presencia de la política de CS, principalmente bajo consideraciones de componentes de costos y beneficios. Finalmente, el artículo declara que el éxito de la aplicación de la política de CS depende en la definición adecuada de dos parámetros: una comisión fija y una comisión por unidad.

6.3. Buyer Vendor Coordination Models in Supply Chain Management

(Sarmah et al., 2006) realizan en su trabajo una revisión sobre varios modelos matemáticos que utilizan como mecanismo de coordinación los descuentos por cantidad y bajo ambientes

determinísticos, con el objetivo de revisar los aspectos que tienen en común y posibles limitaciones.

Para este fin, (Sarmah et al., 2006) presentan en orden cronológico los modelos presentados y los resultados obtenidos por varios autores, categorizando dichos modelos en cuatro clases:

1. Modelos de Coordinación de Perspectiva de un Vendedor/Manufacturero.
2. Modelos de Coordinación de Perspectiva Conjunta entre un Comprador y un Vendedor/Manufacturero.
3. Modelos de Coordinación entre un Comprador y un Vendedor/Manufacturero bajo el Marco de Referencia de la Teoría de Juegos.
4. Modelos de Coordinación entre un Múltiples Compradores y un Manufacturero.

El artículo concluye manifestando que si bien los modelos discutidos llevan a ahorros en la cadena de suministro y a mejorar su desempeño, estos modelos simplifican muchas condiciones que existen en la realidad, invitando a que modelos futuros consideren decisiones tales como la obtención de materia prima, la inclusión de técnicas de investigación de operaciones, implementación de lead times, cadenas de múltiples productos y múltiples máquinas, la competencia entre miembros de un mismo eslabón de la cadena y la existencia de cadenas de más de dos eslabones.

7. Contribuciones a la Cadena de Bienestarina

Tras haber realizado una intensiva búsqueda y revisión de trabajos que discuten sobre la gestión de cadenas de suministro, bajo condiciones de coordinación, colaboración o cooperación y bajo un enfoque basado en modelos matemáticos, se procede a realizar una comparación con la cadena de suministro actual de la Bienestarina con el fin de ubicar aquellos modelos que podrían contribuir a solucionar las falencias que presenta esta cadena.

7.1. Breve Descripción de la Cadena de Suministro de la Bienestarina

A continuación, se realiza una corta exposición de la cadena actual de suministro de la Bienestarina, con el fin de definir un marco de referencia para la posterior comparación con los artículos finales expuestos en el apartado 5. Taxonomía:

En (Universidad Nacional de Colombia, 2017) se expone que la cadena de distribución y entrega del programa de Bienestarina, está compuesta por seis eslabones: Proveedores (15), Plantas de Producción (Dos; ubicadas en los departamentos del Valle del Cauca y Atlántico), Bodegas Regionales (21), Puntos de Entrega Primarios (PEP; cerca de 5.000 distribuidos en 1.056 municipios) y unidades ejecutoras (170.000 aprox.) que benefician a 5.615.417 personas aproximadamente (Usuario Final, llamado comúnmente Beneficiario). El esquema de esta cadena se muestra a continuación en la Ilustración 12.

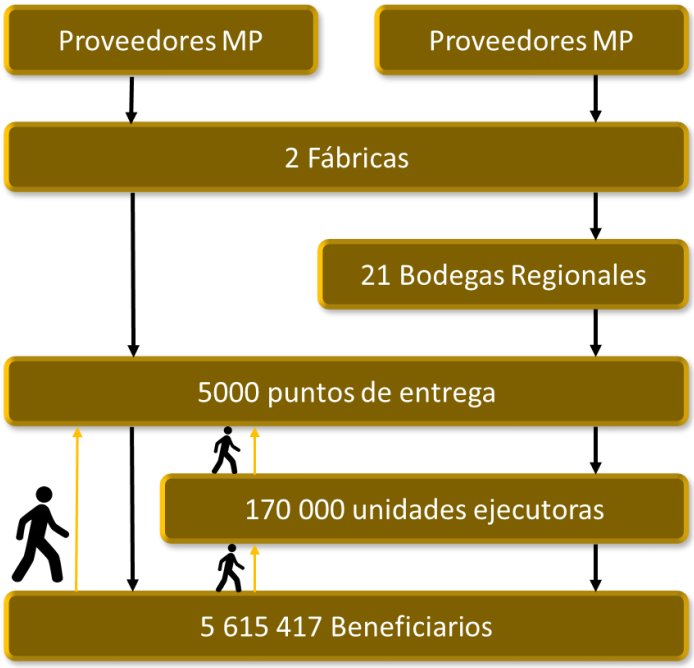

Ilustración 12: Esquema de la Distribución de la Bienestarina. Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2017)

Debido a que esta cadena está dirigida hacia el incremento del bienestar social a una población en condiciones de inseguridad alimentaria, la cadena de suministro de la Bienestarina se asemeja a una cadena de asistencia social, con un contexto de aplicación más cercano a una cadena de suministro humanitaria.

(Universidad Nacional de Colombia, 2017) estructura la cadena de suministro de la siguiente manera:

> "*La cadena empieza con los proveedores de materia prima, como lo es la harina de trigo, fécula de maíz, harina de soya y leche en polvo en donde se almacenan en silos dentro de las plantas productoras. Actualmente se cuenta con alrededor de 15 empresas proveedoras de materia prima. En las plantas productoras se realizan los procesos correspondientes a la elaboración del producto terminado. Este es empacado en bolsas de 900 gr y a su vez son empacadas en sacos, cada uno con 25 bolsas de producto. El saco de Bienestarina es*

la unidad de referencia en las plantas productoras para los procesos de distribución hasta el momento que lleguen a los diferentes Puntos de Entrega, también llamados Puntos Primario de Distribución. En las plantas productoras se realiza también el etiquetado y rotulado de bolsas y productos con información característica a este y de apoyo para una correcta trazabilidad y monitoreo del producto en cualquier momento que sea solicitado.

El producto terminado es almacenado ya sea en bodegas dentro de la planta productora o son transportadas a las 22 bodegas regionales del ICBF distribuidas en el territorio colombiano para así, ser entregado a los aproximadamente 5 000 puntos primarios de entrega. Sin embargo, hay casos (...) en donde se transporta el producto directamente de la planta productora al punto primario si por diversas condiciones lo ameriten. Para la distribución a los puntos primarios, el ICBF divide el territorio en 8 Microrregiones, de acuerdo a cuestiones de programas de distribución regional y costos de operación logística (...).

Los Puntos de Entrega o Puntos Primarios de Distribución son puntos importantes en la cadena de suministro de la Bienestarina. A partir de este punto la dinámica de distribución es más amplio. Ya desde el punto primario es posible realizar entregas de producto en las bolsas de 900 g y no necesariamente en sacos. El punto primario puede desempeñarse como distribuidor o como punto de atención y entrega de productos a los beneficiarios del producto, tal como lo hacen las unidades ejecutoras. En algunos puntos primarios se dedican a la elaboración de productos alimenticios siendo la Bienestarina ingrediente para estos productos, como tortas, galletas ponqués, jugos, etc. Y así son destinados a los beneficiarios de diferentes programas de ICBF o bien ellos son los que se dirigen a estos puntos para hacerles entrega de estos alimentos.

La cadena de distribución finaliza con la labor de las Unidades Ejecutoras que es casi todos los casos el que tiene el contacto directo con los beneficiarios; son los encargados directos de los diferentes programas del ICBF, que al igual que algunos puntos primarios, pueden de este complemento elaborar diversos alimentos y bebidas para que sean recibidos a la población favorecida o ser entregada las bolsas de producto o que también estas unidades se dirijan directamente a los respectivos domicilios para hacerles entrega directa del producto, todo esto según como se encuentre acordado la modalidad de ejecución de la unidad ejecutora por parte del ICBF. Cabe resaltar que los beneficiarios del producto tienen la posibilidad que para recibir el producto tengan que dirigirse, según sea el caso, a la unidad ejecutora o punto primario correspondiente, de la misma manera la unidad ejecutora tenga que acudir al punto primario a recibir el producto."(Universidad Nacional de Colombia, 2017, p. 26-30)

7.2. Elementos Que Pueden Contribuir a la Mejora de la Cadena de Suministro de la Bienestarina

Tras el análisis anterior, a continuación, se exponen aquellos elementos que, en comparación con el modelo actual de la cadena de suministro de la Bienestarina, pueden ayudar a solventar los problemas que ésta presenta.

Antes de analizar aquellos trabajos que pueden proporcionar mejoras a la cadena de Bienestarina, se hace oportuno realizar varias aclaraciones: Primero, en (Soysal et al., 2016) se afirma que la configuración de la cadena, representada en la localización de la infraestructura y la asignación de conexiones de transporte puede influir sobre la atención de la demanda real, así como definir los principales problemas que presenta la cadena actual, como son "retrasos en las

entregas, inconsistencias en los flujos de carga, productos vencidos antes de ser despachados (…), sobreabastecimiento en algunas regiones y demanda insatisfecha en otras.”

Con base en esto, los trabajos que traten sobre el problema de inventario y ruteo (IRP; problema que se ocupa de la distribución de un conjunto de productos, tomando en cuenta las capacidades de almacenamiento y la capacidad de transporte) pueden ser los que se les saque el mayor provecho.

En este caso, el problema de IRP debe estar encaminado a mejorar la ubicación de las instalaciones para facilitar el acceso de la Bienestarina a los Usuarios Finales, la optimización de los flujos de transporte para ayudar a reducir redundancias en las rutas, junto a incrementar la efectividad en las entregas, y la optimización del inventario que se designe en las instalaciones para ayudar con el problema del sobreabastecimiento, demanda insatisfecha y los productos vencidos.

Segundo, debido a la naturaleza de la cadena de Bienestarina (Cadena de Suministro Humanitaria) su relación con otras redes humanitarias (como Familias en Acción y de entregas de medicamentos, por ejemplo) es importante considerar que una posible mejora a la cadena de Bienestarina implicaría relacionar esta cadena con otros programas y modalidades de atención en cuanto a nutrición (como los programas del ICBF: el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional PNSAN y el Programa de Alimentación Escolar PAE), por lo que se debe analizar si se trabaja en la literatura las cadenas paralelas, que manejan el mismo producto y que comparten recurso.

Tercero, hay que considerar que como la cadena de Bienestarina presenta entre 4 a 6 eslabones (debido a la flexibilidad que presentan las fábricas y los puntos de entrega), se requieren investigaciones con cadenas que presenten un número similar de miembros.

Finalmente, es necesario resaltar la necesidad que existe sobre modelos que definan la cantidad de inventario que debe existir en cada miembro de la cadena.

Bajo estas condiciones, se construyeron tablas que recogen estos requisitos y que permiten calificar que modelos pueden presentar una respuesta a estas necesidades. Estas tablas se presentan a continuación.

Tabla 12: Evaluación de la Utilidad de la Literatura Revisada en la Cadena de Bienestarina. Parte Uno. Fuente: Elaboración Propia

Requerimiento	Bouchery, 2016	Nematollahi, 2016	Choi, 2016	Soysal, 2016	Alamri, 2015	Smirnov, 2016	Taleizadeh, 2016	Thomas, 2016	Cohen, 2016	Zhang, 2016
Trabaja Modelos de IRP				X						X
Considera los Problemas de Productos Vencidos, Demanda Insatisfecha y/o Sobreabastecimiento		X		X	X	X				
Trabaja Cadenas Paralelas							X			
Trabaja Cadenas con Productos Similares							X			
Trabaja Cadenas con Recursos Compartidos										
Trabaja con Cadenas con Tres o más Tres Eslabones				X			X	X	X	X
Define el inventario de Cada Eslabón				X		X				

Requerimiento	Zha, 2015	Gao, 2015	Zhang, 2015	Alaei, 2015	Chakraborty, 2015	Zhu, 2015	Guray Guler, 2015	Huang, 2015	Zissis, 2015	Li, 2015
Trabaja Modelos de IRP				X						
Considera los Problemas de Productos Vencidos, Demanda Insatisfecha y/o Sobreabastecimiento										
Trabaja Cadenas Paralelas										
Trabaja Cadenas con Productos Similares										
Trabaja Cadenas con Recursos Compartidos										
Trabaja con Cadenas con Tres o más Tres Eslabones	X									
Define el inventario de Cada Eslabón										

Tabla 13: Evaluación de la Utilidad de la Literatura Revisada en la Cadena de Bienestarina. Parte Dos. Fuente: Elaboración Propia

Requerimiento	Abdelsalam, 2014	Cárdenas-Barrón, 2014	Chen, T-H., 2014	Berling, 2014	Jaber, 2014	Bendaya, 2013	Ryu, 2013	Sajadieh, 2013	Jaber, 2013	Jeong, 2012
Trabaja Modelos de IRP				X						
Considera los Problemas de Productos Vencidos, Demanda Insatisfecha y/o Sobreabastecimiento	X			X				X		
Trabaja Cadenas Paralelas										
Trabaja Cadenas con Productos Similares										
Trabaja Cadenas con Recursos Compartidos										
Trabaja con Cadenas con Tres o más Tres Eslabones	X					X	X	X		X
Define el inventario de Cada Eslabón				X	X		X			

Requerimiento	Sieke, 2012	Toktapalut, 2011	Duan, 2010	Sajadieh, 2010	Choi, 2008	Karabati, 2008	Zhou, 2008	Sahin, 2005	Mishra, 2003	Boyaci, 2004
Trabaja Modelos de IRP										
Considera los Problemas de Productos Vencidos, Demanda Insatisfecha y/o Sobreabastecimiento	X									
Trabaja Cadenas Paralelas										X
Trabaja Cadenas con Productos Similares										X
Trabaja Cadenas con Recursos Compartidos										
Trabaja con Cadenas con Tres o más Tres Eslabones								X		
Define el inventario de Cada Eslabón		X					X			

Tras este proceso, se concluyó que los siguientes artículos presentan modelos y/o consideraciones que pueden ayudar a solventar los inconvenientes que se presentan en la cadena de Bienestarina:

1. (Smirnov & Gerchak, 2016), en el que se diseña un Modelo de IRP que considera productos perecederos, incertidumbre de demanda y uso de energía (emisiones de CO2) en operaciones de transporte y logística. Considerando que además de todo lo anterior su modelo también administra los niveles de inventario en la cadena, este trabajo es el que se puede considerar "el más completo" y el que puede ofrecer una mejor base para el desarrollo de una mejor gestión de la cadena de suministro de Bienestarina.
2. (Zhang & Unnikrishnan, 2016), cuya estrategia en la que miembros de un mismo eslabón puedan compartir inventario entre sí podría solventar problemas de disponibilidad de producto en PEP y en Unidades Ejecutoras, aunque debería evaluarse su factibilidad debido a la existencia de múltiples entidades y la distancia entre ellas.
3. (Berling & Marklund, 2014), que presentan un modelo de IRP que se enfoca en la localización de centros de distribución. Aunque es necesario revisar su compatibilidad en el modelo de Bienestarina debido a que el modelo propuesto considera que no sólo se producen productos nuevos, sino que también se reprocesan los productos devueltos, por lo que los centros de distribución son tanto directos como inversos.
4. (Boyaci & Gallego, 2004), cuyo modelo busca la optimización de los puntos de reorden, lo que ayudaría en las inconsistencias de los flujos de carga, aunque el modelo considera un solo almacén central, por lo que se debería modificar para los múltiples puntos de distribución.

5. Finalmente, (Taleizadeh et al., 2016) investigan un problema que es lo más cercano que presenta la lista de artículos a una integración entre dos cadenas de suministro similares, ya que considera que, en un mercado de duopolio, una de las cadenas reacciona (en cuanto a su nivel de servicio interno y su nivel de inventario) en función del nivel de servicio que ofrece la otra cadena y su cuota de mercado.

Ante lo anterior también se hace la aclaración en que, si bien (Abdelsalam & Elassal, 2014) también considera dos cadenas paralelas, el trabajo nunca considera una integración entre estas cadenas, cada una maneja un esquema de coordinación propia, y se evalúa cuál de esas técnicas es mejor.

Con respecto a este análisis se puede notar en primera instancia la falta de una verdadera integración en las cadenas de suministro; la literatura revisada constantemente considera cadenas muy simplificadas en contextos a veces muy simples, que no permite que los modelos se adecuen a la situación que se presenta actualmente en la industria. Si bien ya se ha ahondado en un mayor número de temas, aún hace falta que las investigaciones futuras consideren escenarios más complejos.

Uno de estos escenarios es el que considera una demanda no determinística. Si bien hay varios artículos que consideran elementos tales como faltantes, sólo (Sieke et al., 2012) y (Alaei & Setak, 2015) consideran explícitamente una demanda estocástica y las consecuencias que esta situación puede conllevar. Otro elemento para poder analizar es la posibilidad de cadenas que compartan ya sea recursos o que tengan el mismo usuario final, ya que en la literatura revisada este tema nunca se habla, y podría ser un elemento determinante para la eficiencia de los modelos de producción a futuro.

En este orden de ideas, también se realiza una sugerencia respecto a aquellas variables y parámetros que se deberían tener en cuenta en el desarrollo de modelos de optimización de la cadena de Bienestarina. Para empezar, debido a que el mayor problema en la cadena es la logística de última milla (el área de la logística que se encarga de la entrega del producto al cliente final desde el último punto de distribución) , es necesario que se consideren atributos relacionados con el ruteo, como lo son la distancia entre nodos (que pueden ser las unidades ejecutoras, las casas de los beneficiarios, los puntos de entrega y unidades ejecutoras) y su ubicación, los costos de transporte (en caso de que se considere entregar la Bienestarina en las casas de los beneficiarios), a fin de optimizar los movimientos de los vehículos y la ubicación de dichas unidades ejecutoras.

Asimismo, sería importante considerar si los beneficiarios tienen acceso a medios electrónicos, con el fin de considerar la posibilidad de usar estos medios para recolectar información respecto a si los beneficiarios realmente adquieren la Bienestarina y si realmente se logra satisfacer la demanda. Finalmente, podría ser útil si en los modelos se pudiera considerar la necesidad de "cerrar" unidades ejecutoras en el caso de que la existencia de muchas unidades en un área pudiera conllevar costos elevados; y como se supuso anteriormente, considerar si es posible declarar variables y parámetros frente a la posibilidad de que existan beneficiarios a los que se les pueda llevar directamente la Bienestarina, y beneficiarios que vayan directamente a las unidades ejecutoras y los puntos de entrega.

8. Conclusiones

Este trabajo presenta una revisión estructurada de la literatura pertinente a gestión de cadenas de suministro, bajo temáticas de coordinación y basados en modelos matemáticos. Para esta revisión, se realizó un análisis detallado de la estructura de los artículos publicados bajo esta área. Este esfuerzo inicial permite observar cómo ha evolucionado la literatura pertinente a la gestión de cadenas de suministro. Las conclusiones alcanzadas en este trabajo permiten afirmar lo siguiente:

(1) La gran mayoría de las investigaciones están inclinadas a la toma de decisiones a mediano plazo; (2) al mismo tiempo, los objetivos de los modelos que se plantean son casi siempre o la minimización de costos o la maximización de beneficios, abordando problemas comunes como cuanto ordenar o producir, precios de venta y tiempos de ciclo y reabastecimiento; (3) la mayoría de modelos planteados manejan variables propias a fin de representar adecuadamente el mundo del problema que cada trabajo maneja, además, deciden plantear algoritmos con el fin de solucionar dichos modelos; (4) casi todos los investigadores asumen que la coordinación se logra mediante el diseño de contratos o bajo la consideración que las partes pertinentes toman decisiones de manera colaborativa; y (5) casi siempre se estudian cadenas de dos o tres eslabones.

Tras la revisión, se pueden observar cuáles son los posibles vacíos y desafíos que se deberían considerar en investigaciones futuras. Primero hay que señalar la existencia de un líder en la toma de decisiones; aparte de que sólo 20 artículos de la literatura revisada (un 46,5% aprox.) presentan evidencia de que existe un líder, la mayoría de los casos consideran que el líder es el actor que define las variables de decisión una vez obtenidas por la modelación planteada, las cuales son posteriormente tomadas en cuenta por los otros actores para la definición de sus propios modelos

de operación, como si estuvieran bajo un modelo de Stackelberg. Sólo tres artículos ((Ryu et al., 2013), (Jeong & Jorge Leon, 2012) y (Li, Sethi, & He, 2015)) definen un líder encargado de la adecuada asignación y subordinación en la cadena coordinada. Debido a la importancia que la toma de decisiones presenta en la coordinación y su efectividad en los modelos de producción, es necesario que las investigaciones futuras consideren el tema de liderazgo en la implementación de modelos de coordinación, ya que simplemente considerar supuestos como "los miembros toman decisiones conjuntas" sin la presencia de alguien que los gestione es poco realista.

Siguiendo con el tema de cuán apegado a la realidad son los trabajos revisados, hay que notar que casi nunca se toma en cuenta la influencia que pueden tener los factores humanos en la realización de los proyectos planteados. Salvo en cuatro excepciones ((Choi, Li, & Yan, 2008), (Choi, Li, & Yan, 2008), (Mishra, 2003) y (Nematollahi & Heydari, 2016)), la literatura considera que una vez planteados los modelos de coordinación todos los miembros de la cadena aceptan dicho modelo y los siguen al pie de la letra. Factores como la curva de aprendizaje y la experiencia, el riesgo y su aversión o sólo la posibilidad de que haya miembros que rechacen la idea de coordinar sus actividades con otros participantes de la cadena pueden tener consecuencias importantes para el funcionamiento de las empresas, por lo que es esencial que se empiece a tomar en cuenta estos factores para que los modelos que se planteen sean más precisos.

Asimismo, se observa la falta de trabajos que consideren una estructura de cadena de suministro realista. Si bien es posible que la complejidad del entorno fuerce a que los modelos trabajen con cadenas de pocos miembros (aparentemente la tendencia es de sólo considerar entre dos y tres eslabones), es necesario que futuras investigaciones trabajen con estructuras con más miembros; la coordinación en una cadena de suministro se logra percibir cuando la integración se realiza entre múltiples actores.

Por otro lado, otro de los vacíos que presenta la literatura se encuentra en la aplicabilidad de las investigaciones en el mundo real. La revisión muestra que las investigaciones deciden demostrar la utilidad de sus modelos mediante análisis numéricos. El problema yace en que casi todos los análisis son basados ya sea en datos supuestos determinados por los autores o en datos utilizados en investigaciones anteriores, por lo que es difícil considerar que los modelos propuestos realmente puedan mejorar la productividad en las empresas.

Finalmente hay que considerar el tema de estudio, ya que parte de esta revisión se realizó con miras a ubicar elementos que pudiesen ofrecer soluciones a los problemas que presenta la cadena de suministro de Bienestarina; sin embargo, toda la literatura revisada se enfoca en logística de negocios, por lo que es difícil poder aplicar los descubrimientos alcanzados por las investigaciones a una cadena humanitaria; acrecentando más este problema está el hecho de que la literatura revisada rara vez considera el nivel de servicio como un factor importante, y en el caso de las cadenas de asistencia social, éste es un factor clave para medir los niveles de atención integral. En ese sentido se puede observar que existe un vacío en cuanto a la gestión de operaciones sin ánimo de lucro.

Dicho esto, se puede percibir que aún hay mucho por explorar en el tema de coordinación. A pesar de que las investigaciones en este ámbito se han ido diversificando, existen aún muchos elementos de la vida real que no se consideran, como los ya mencionados factores sociales, la aplicación en modelos no lucrativos, y la posible integración con otras cadenas de suministro. Debido a que ahora se percibe el éxito de un modelo de producción bajo elementos distintos a los costos y las ganancias, es importante que las nuevas investigaciones tomen en cuenta todo lo anterior con el fin de que sus hallazgos permitan la sostenibilidad de los modelos de producción y su interacción con el mundo externo.

ANEXO A: CLASIFICACIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS.

- **Variables**

Relacionadas con Costos: La única variable en esta categoría es el Costo de la Inversión en Responsabilidad Social Corporativa (CSR) Unitario, usado sólo por (Bouchery et al., 2016).

Tabla 14: Variables Relacionadas con Cantidades. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Cantidades	**Número Asignado**
Cantidad a Ordenar	1
Cantidad a Producir	2
Cantidad a Reabastecer en el Sub-fractal	3
Cantidad a Transportar entre Sub-fractales	4
Cantidad de Stock en Exceso en Terminal	5
Cantidad que se Trasborda Entre Comerciantes	6
Factor (Tasa de Producción Vendedor/Tasa de Demanda)	7
N° de Cuartos Asignados a la Plataforma Virtual	8
N° de Envíos	9
N° de Lotes	10
N° de Lotes Transferidos desde Almacén hacia la Zona de Exhibición	11
N° de Órdenes	12
N° de Rutas	13

N° Total de Trenes Pedidos	14
Porcentaje Productos Reparables	15
Tamaño de Envío	16
Tamaño de Lote	17
Tamaño de Lote Transferido desde Almacén hacia la Zona de Exhibición	18
Tasa de Producción	19

Artículo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
Bouchery, 2016	X																		
Nematollahi, 2016	X																		
Choi, 2016	X																		
Soysal, 2016									X				X						
Alamri, 2015																	X		
Smirnov, 2016	X					X													
Taleizadeh, 2016	X																		
Thomas, 2016	X	X			X							X		X					
Cohen, 2016		X																	
Zhang, 2016																			

Zha, 2015								X											
Gao, 2015	X																		
Zhang, 2015	X																		
Alaei, 2015	X																		
Chakraborty, 2015	X																		
Zhu, 2015																			
Guray Guler, 2015	X																		
Huang, 2015	X																		
Zissis, 2015	X																		
Li, 2015	X	X																	
Abdelsalam, 2014									X							X	X		X
Cárdenas-Barrón, 2014																	X		X
Chen, T-H., 2014									X										X
Berling, 2014																	X		
Jaber, 2014										X					X		X		
Bendaya, 2013									X							X	X		X
Ryu, 2013			X	X															
Sajadieh, 2013																	X		X

Jaber, 2013																			X
Jeong, 2012	X																		
Sieke, 2012																			
Toktapalut, 2011																			
Duan, 2010	X											X							
Sajadieh, 2010										X	X							X	X
Bendaya, 2008							X		X							X	X		X
Choi, 2008	X																		
Karabati, 2008	X																		
Zhou, 2008	X																		
Chen, 2008	X																		
Sarmah, 2006	X																		X
Sahin, 2005																			
Mishra, 2003																			
Boyaci, 2004																			
N° de Veces Utilizada	21	3	1	1	1	1	1	1	5	2	1	2	1	1	1	3	8	1	9

Tabla 15: Variables Relacionadas con Capacidades. Fuente: Elaboración Propia

Relacionadas con Capacidades	
Capacidad de Almacenamiento	1
Capacidad de Producción	2

Artículo	**1**	**2**
Bouchery, 2016		
Nematollahi, 2016		
Choi, 2016		
Soysal, 2016		
Alamri, 2015		
Smirnov, 2016		
Taleizadeh, 2016		
Thomas, 2016	X	
Cohen, 2016		
Zhang, 2016	X	
Zha, 2015		
Gao, 2015		
Zhang, 2015		
Alaei, 2015		
Chakraborty, 2015		
Zhu, 2015		X
Guray Guler, 2015		
Huang, 2015		X
Zissis, 2015		
Li, 2015		

Abdelsalam, 2014		
Cárdenas-Barrón, 2014		
Chen, T-H., 2014		
Berling, 2014		
Jaber, 2014		
Bendaya, 2013		
Ryu, 2013		
Sajadieh, 2013		
Jaber, 2013		
Jeong, 2012		
Sieke, 2012		
Toktapalut, 2011		
Duan, 2010		
Sajadieh, 2010		
Bendaya, 2008		
Choi, 2008		
Karabati, 2008		
Zhou, 2008		
Chen, 2008		
Sarmah, 2006		

Sahin, 2005		
Mishra, 2003		
Boyaci, 2004		

N° de Veces Utilizada	2	2

Tabla 16: Variables Relacionadas con Tiempos. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Tiempos	
Ciclo de Reabastecimiento	1
Intervalo de Orden	2
Intervalo de Revisión en un Centro de Distribución	3
Periodo de Reabastecimiento	4
Periodo Esperado entre Puntos de Orden	5
Tiempo de Ciclo	6
Tiempo de Entrega de la Orden	7

Artículo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Bouchery, 2016							
Nematollahi, 2016							
Choi, 2016							
Soysal, 2016							
Alamri, 2015						X	
Smirnov, 2016							
Taleizadeh, 2016						X	
Thomas, 2016							

Cohen, 2016							
Zhang, 2016			X				
Zha, 2015							
Gao, 2015							
Zhang, 2015							
Alaei, 2015							
Chakraborty, 2015							
Zhu, 2015							X
Guray Guler, 2015							
Huang, 2015							
Zissis, 2015							
Li, 2015							
Abdelsalam, 2014						X	
Cárdenas-Barrón, 2014							
Chen, T-H., 2014	X						
Berling, 2014							
Jaber, 2014							
Bendaya, 2013						X	
Ryu, 2013					X		
Sajadieh, 2013						X	
Jaber, 2013							
Jeong, 2012							

Sieke, 2012							
Toktapalut, 2011							
Duan, 2010							
Sajadieh, 2010						X	
Bendaya, 2008						X	
Choi, 2008							
Karabati, 2008				X			
Zhou, 2008						X	
Chen, 2008							
Sarmah, 2006							
Sahin, 2005							
Mishra, 2003		X					
Boyaci, 2004							
N° de Veces Utilizada	1	1	1	1	1	8	1

Tabla 17: Variables Relacionadas con Precios. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Precios	
Precio al Por Mayor	1
Precio de Venta	2

Artículo	**1**	**2**
Bouchery, 2016		

Nematollahi, 2016		X
Choi, 2016		X
Soysal, 2016		
Alamri, 2015		
Smirnov, 2016		
Taleizadeh, 2016		X
Thomas, 2016		
Cohen, 2016		X
Zhang, 2016		
Zha, 2015		
Gao, 2015	X	X
Zhang, 2015	X	X
Alaei, 2015	X	X
Chakraborty, 2015	X	X
Zhu, 2015	X	X
Guray Guler, 2015		X
Huang, 2015		X
Zissis, 2015		
Li, 2015	X	X
Abdelsalam, 2014		
Cárdenas-Barrón, 2014		X
Chen, T-H., 2014		X

Berling, 2014		
Jaber, 2014		
Bendaya, 2013		
Ryu, 2013		
Sajadieh, 2013		
Jaber, 2013		
Jeong, 2012	X	X
Sieke, 2012	X	
Toktapalut, 2011		
Duan, 2010		X
Sajadieh, 2010		X
Bendaya, 2008		
Choi, 2008		X
Karabati, 2008		
Zhou, 2008	X	X
Chen, 2008	X	X
Sarmah, 2006		
Sahin, 2005	X	
Mishra, 2003		
Boyaci, 2004	X	X
N° de Veces Utilizada	12	21

Tabla 18: Variables Referentes a Negociación. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Negociación	
Crédito de Devolución Pagado por Unidad Devuelta	1
Punto de Ruptura	2

Artículo	**1**	**2**
Bouchery, 2016		
Nematollahi, 2016		
Choi, 2016		
Soysal, 2016		
Alamri, 2015		
Smirnov, 2016		
Taleizadeh, 2016		
Thomas, 2016		
Cohen, 2016		
Zhang, 2016		
Zha, 2015		
Gao, 2015		
Zhang, 2015	X	
Alaei, 2015		
Chakraborty, 2015		
Zhu, 2015		
Guray Guler, 2015		

Huang, 2015		
Zissis, 2015		
Li, 2015		
Abdelsalam, 2014		
Cárdenas-Barrón, 2014		
Chen, T-H., 2014		
Berling, 2014		
Jaber, 2014		
Bendaya, 2013		
Ryu, 2013		
Sajadieh, 2013		
Jaber, 2013		
Jeong, 2012		
Sieke, 2012		
Toktapalut, 2011		
Duan, 2010		
Sajadieh, 2010		

Bendaya, 2008		
Choi, 2008		
Karabati, 2008		X
Zhou, 2008		
Chen, 2008		
Sarmah, 2006		

Sahin, 2005		
Mishra, 2003		
Boyaci, 2004		
N° de Veces Utilizada	1	1

Tabla 19: Variables Referentes a Niveles. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Niveles	
Nivel a Ordenar Máximo	1
Nivel de Escasez	2
Nivel de Stock Base	3
Punto de Orden	4
Punto de Reorden	5
Stock de Seguridad	6

Artículo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Bouchery, 2016						
Nematollahi, 2016						
Choi, 2016						
Soysal, 2016						
Alamri, 2015						

Smirnov, 2016						
Taleizadeh, 2016						
Thomas, 2016						
Cohen, 2016						
Zhang, 2016	X					
Zha, 2015						

Gao, 2015						
Zhang, 2015						
Alaei, 2015						
Chakraborty, 2015						X
Zhu, 2015						
Guray Guler, 2015						
Huang, 2015						
Zissis, 2015						
Li, 2015						
Abdelsalam, 2014						
Cárdenas-Barrón, 2014		X				
Chen, T-H., 2014						
Berling, 2014					X	
Jaber, 2014						
Bendaya, 2013						

Ryu, 2013	X			X		
Sajadieh, 2013					X	
Jaber, 2013						
Jeong, 2012						X
Sieke, 2012			X			
Toktapalut, 2011			X			
Duan, 2010						
Sajadieh, 2010						
Bendaya, 2008						
Choi, 2008						
Karabati, 2008						
Zhou, 2008						
Chen, 2008						
Sarmah, 2006						
Sahin, 2005						
Mishra, 2003						
Boyaci, 2004			X			
N° de Veces Utilizada	2	1	3	1	2	2

Tabla 20: Variables Referentes a Ingresos. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Ingresos	
Ingreso Manufacturero por Unidad Vendida	1
Ingreso Total	2

Artículo	**1**	**2**
Bouchery, 2016		
Nematollahi, 2016		
Choi, 2016		
Soysal, 2016		
Alamri, 2015		
Smirnov, 2016		
Taleizadeh, 2016		X
Thomas, 2016		
Cohen, 2016		
Zhang, 2016		
Zha, 2015		
Gao, 2015		
Zhang, 2015		
Alaei, 2015		
Chakraborty, 2015		
Zhu, 2015		

Guray Guler, 2015		
Huang, 2015		
Zissis, 2015		
Li, 2015		
Abdelsalam, 2014		
Cárdenas-Barrón, 2014		
Chen, T-H., 2014		
Berling, 2014		
Jaber, 2014		
Bendaya, 2013		
Ryu, 2013		
Sajadieh, 2013		
Jaber, 2013		
Jeong, 2012		
Sieke, 2012	X	
Toktapalut, 2011		

Duan, 2010		
Sajadieh, 2010		X
Bendaya, 2008		
Choi, 2008		
Karabati, 2008		
Zhou, 2008		
Chen, 2008		

Sarmah, 2006		
Sahin, 2005		
Mishra, 2003		
Boyaci, 2004		
N° de Veces Utilizada	1	2

Ambientales: La única variable en esta categoría se denomina Emisiones Generales, y es usada sólo por (Universidad Nacional de Colombia, 2017)

Tabla 21: Variables Decisionales Varias. Fuente: Elaboración Propia

Decisiones Varias	
Decisión de Abrir un Centro de Distribución	1
Decisión de Asignar un Comerciante a un Centro de Distribución	2
Decisión de Seleccionar un Intervalo de Revisión a un Centro de Distribución	3
Decisión de Usar un Arco entre Dos Nodos	4
Época de Reabastecimiento Común	5
Iniciativas de los Equipos de Ventas (Promoción)	6
Multiplicador de Tamaño de Lote	7
Variable Binaria para el Intervalo de Reabastecimiento Comprador	8
Variable Binaria que Define si se Realiza una Orden en un Cierto Periodo	9
Variable Binaria que Define si un Producto se Reabastece en un Cierto Periodo	10

Artículo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Bouchery, 2016										
Nematollahi, 2016										
Choi, 2016										
Soysal, 2016										
Alamri, 2015										
Smirnov, 2016										
Taleizadeh, 2016										
Thomas, 2016										
Cohen, 2016										
Zhang, 2016	X	X	X							
Zha, 2015										
Gao, 2015										
Zhang, 2015										
Alaei, 2015				X						
Chakraborty, 2015										
Zhu, 2015										
Guray Guler, 2015										
Huang, 2015										
Zissis, 2015										
Li, 2015										
Abdelsalam, 2014										

Cárdenas-Barrón, 2014						X				
Chen, T-H., 2014										
Berling, 2014										
Jaber, 2014										
Bendaya, 2013										
Ryu, 2013										
Sajadieh, 2013										
Jaber, 2013							X			
Jeong, 2012										
Sieke, 2012										
Toktapalut, 2011										
Duan, 2010										
Sajadieh, 2010										
Bendaya, 2008										
Choi, 2008										
Karabati, 2008								X		
Zhou, 2008										
Chen, 2008										
Sarmah, 2006										
Sahin, 2005									X	X
Mishra, 2003					X					
Boyaci, 2004										

N° de Veces Utilizada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- **Parámetros**

Tabla 22: Parámetros Relacionados con Costos. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Costos	**Número Asignado**
Costo Administrativo	1
Costo de Adquisición	2
Costo de Atraso de una Orden	3
Costo de Backorder	4
Costo de Capacidad	5
Costo de Comprar	6
Costo de Construcción	7
Costo de Entrega de Orden	8
Costo de Envío Fijo	9
Costo de Espera	10
Costo de Inconvenientes por Completar Temprano una Orden	11
Costo de Inspección	12
Costo de Mano de Obra/Energía	13
Costo de Mantener	14
Costo de Mantener del Proveedor en Relación con el Comprador según el Intervalo de Reabastecimiento del Comprador	15
Costo de Material	16
Costo de Ordenar	17
Costo de Penalización por Backorder	18

Costo de Penalización por Orden	19
Costo de Penalización por Ventas Perdidas	20
Costo de Preparación	21
Costo de Producción	22
Costo de Producción Marginal	23
Costo de Producto en Línea (Manejo e Inspección)	24
Costo de Reabastecimiento	25
Costo de Revisión y Transporte	26
Costo de Transporte	27
Costo de Trasbordo	28
Costo de Viajar Entre Nodos	29
Costo Equipo de Trabajo	30
Costo Esperado en el Sub-fractal	31
Costo Fijo de Transferencia	32
Costo Fijo por Cliente Registrado en la Plataforma Virtual	33
Costo Fijo por Orden	34
Costo Fijo por Usar un Vehículo	35
Costo Marginal	36
Costo por Cuarto Inactivo	37
Costo por Disposición de un Producto No Reparable	38
Costo por Escasez/Penalización por Faltantes	39
Costo por Exceso de Stock	40
Costo por Producto Desperdiciado	41

Costo por Servicio (Cuarto Ocupado)	42
Costo Promedio	43
Costo Total	44
Costo Unitario	45
Costo Unitario del Esfuerzo de las Iniciativas de los Equipos de Ventas	46
Costo Variable por Unidad Producida y Entregada	47
Valor Obtenido por Unidad no Vendida al Final del Período	48
Valor Producto Devuelto	49

Artículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Bouchery, 2017														X			X																											X					
Nematollahi, 2017						X																																	X	X				X					
Choi, 2016						X																																							X				
Soysal, 2016														X																											X								
Alamri, 2016						X						X		X			X																																
Smirnov, 2016						X																						X											X										
Taleizadeh, 2016						X											X					X					X																	X					
Thomas, 2016			X											X			X																							X									
Cohen, 2016																																				X													
Zhang, 2016							X							X												X	X												X										
Zha, 2015																																	X				X					X							
Gao, 2015														X																				X														X		
Zhang, 2015																						X																												
Alaei, 2015		X																		X									X						X														X	
Chakraborty, 2015																						X																	X										
Zhu, 2015	X				X					X	X								X																															
Guray Guler, 2015														X								X																	X											
Huang, 2015														X			X					X												X																
Zissis, 2015														X			X				X																							X						
Li, 2015																						X																												
Abdelsalam, 2014														X			X				X																							X						
Cárdenas-Barrón, 2014		X											X	X		X					X									X									X							X				
Chen, T-H., 2014														X			X				X																													
Berling, 2014				X										X																																				
Jaber, 2014		X												X			X				X						X											X												
Bendaya, 2013														X			X				X																							X						
Ryu, 2013				X										X			X										X				X																			
Sajadieh, 2013														X			X				X						X												X											
Jaber, 2013														X							X																													
Jeong, 2012																						X																												
Sieke, 2012														X				X																											X					
Toktapalut, 2011				X										X																															X					
Duan, 2010														X							X																													
Sajadieh, 2010														X			X				X											X												X						
Bendaya, 2008														X			X				X																							X						
Choi, 2008																						X																												X
Karabat, 2008															X						X																										X			
Zhou, 2008														X									X																											
Chen, 2008														X								X																	X											
Sarmah, 2006														X			X				X	X																												
Sahin, 2005									X					X			X				X			X	X		X																							
Mishra, 2004								X									X																												X					
Boyaci, 2004																																											X							
N° de Veces Utilizada	1	3	1	3	1	5	1	1	1	1	1	1	1	27	1	1	17	1	1	1	14	10	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	8	2	1	1	1	9	3	1	2	1	1

Tabla 23: Parámetros Referentes a Cantidades. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Cantidades	**Número Asignado**
Cantidad a Ordenar	1
Cantidad de Orden Mínima	2
Cantidad de Producto Desperdiciado	3
Cantidad de Producto Disponible	4
Cantidad de Producto Entregado	5
Cantidad de Producto Recogido en Vehículo	6
Demanda	7
Desviación Estándar de la Demanda	8
Fill Rate	9
Inventario Final	10
N° de Clientes	11
N° de Comerciantes	12
N° de Compradores	13
N° de Periodos de Tiempo	14
N° de Productos	15
N° de Proveedores	16
N° de Vehículos	17
N° Total de Cuartos de Hotel	18
Porcentaje de Eliminación	19
Porcentaje de Retornos	20

Proporción de las Unidades Ordenadas que se son de un Cierto Proveedor	21
Proporción Ítems Defectuosos	22
Rendimiento de la Orden	23
Stock en Exhibición	24
Tamaño de Lote	25
Tamaño del Mercado	26
Unidades Demandadas	27
Unidades Deterioradas	28
Unidades Inspeccionadas	29
Unidades Trasbordadas	30

Artículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Bouchery, 2017	X																										X			
Nematollahi, 2017	X																										X			
Choi, 2016	X													X													X			
Soysal, 2016			X	X	X	X				X	X			X	X	X	X										X			
Alamri, 2016																									X		X	X	X	
Smirnov, 2016	X																										X			X
Taleizadeh, 2016	X	X																				X					X			
Thomas, 2016	X																X										X			
Cohen, 2016																											X			
Zhang, 2016																														
Zha, 2015																		X									X			
Gao, 2015	X																										X			
Zhang, 2015	X																									X				
Alaei, 2015	X						X										X													
Chakraborty, 2015	X																									X	X			
Zhu, 2015																										X				
Guray Guler, 2015	X						X									X							X							
Huang, 2015	X						X														X									
Zissis, 2015	X																													
Li, 2015	X																									X				
Abdelsalam, 2014								X				X													X					
Cárdenas-Barrón, 2014																									X					
Chen, T-H., 2014																														
Berling, 2014									X																X					
Jaber, 2014																			X	X					X					
Bendaya, 2013												X													X					
Ryu, 2013							X																							
Sajadieh, 2013																									X					
Jaber, 2013																														
Jeong, 2012	X						X																							
Sieke, 2012							X																							
Toktapalut, 2011							X																							
Duan, 2010	X						X																							
Sajadieh, 2010																								X						
Bendaya, 2008										X															X					
Choi, 2008	X						X																							
Karabat, 2008	X						X						X	X																
Zhou, 2008	X																													
Chen, 2008	X																													
Sarmah, 2006	X						X																							
Sahin, 2005							X																							
Mishra, 2004							X																							
Boyaci, 2004									X																					
N° de Veces Utilizada	21	1	1	1	1	1	13	1	2	2	1	2	1	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	8	4	12	1	1	1

Tabla 24: Parámetros Relacionados Con Tiempos. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Tiempos	**Número Asignado**
Duración de la Distribución Inicial de la Demanda del Consumidor	1
Fecha de Caducidad (en Periodos de Tiempo)	2
Fecha de Entrega de Orden	3
Horizonte de Tiempo	4
Intervalo de Reabastecimiento Fijo	5
Lead Time	6
Longitud del Intervalo de Tiempo	7
Tiempo de Carga de un Vehículo	8
Tiempo de Ciclo	9
Tiempo de Descarga de un Vehículo	10
Tiempo de Finalización de Inspección	11
Tiempo de Preparación y Transporte	12
Tiempo de Producción	13
Tiempo de Reproceso	14
Tiempo de Servicio	15
Tiempo de Transporte	16
Tiempo de Viaje de un Vehículo	17
Tiempo Entre Llegadas	18

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Bouchery, 2016																		
Nematollahi, 2016																		
Choi, 2016																		
Soysal, 2016		X																
Alamri, 2015									X		X							
Smirnov, 2016																		
Taleizadeh, 2016									X									
Thomas, 2016			X					X		X							X	
Cohen, 2016																		
Zhang, 2016						X												
Zha, 2015																		
Gao, 2015				X														
Zhang, 2015																		
Alaei, 2015																		

Chakraborty, 2015																		
Zhu, 2015																		
Guray Guler, 2015																		
Huang, 2015																		
Zissis, 2015																		
Li, 2015																		
Abdelsalam, 2014									X			X						
Cárdenas-Barrón, 2014																		
Chen, T-H., 2014													X	X				
Berling, 2014						X										X		
Jaber, 2014							X											
Bendaya, 2013									X									
Ryu, 2013																X		
Sajadieh, 2013						X			X									
Jaber, 2013																		
Jeong, 2012																		

Sieke, 2012						X												
Toktapalut, 2011															X			X
Duan, 2010																		
Sajadieh, 2010									X									
Bendaya, 2008									X									
Choi, 2008																		
Karabati, 2008					X													
Zhou, 2008									X									
Chen, 2008	X																	
Sarmah, 2006																		
Sahin, 2005																		
Mishra, 2003																		
Boyaci, 2004						X												
N° de Veces Utilizada	1	1	1	1	1	5	1	1	8	1	1	1	1	1	1	2	1	1

Tabla 25: Parámetros Relacionados Con Capacidades. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Capacidades	**Número Asignado**

Capacidad de Almacenamiento	1
Capacidad de Carga	2
Capacidad de Inventario en el Fractal	3
Capacidad de Inventario en el Sub-fractal	4
Capacidad de Producción	5
Capacidad del Área de Exhibición	6
Carga de Producto en un Vehículo	7

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Bouchery, 2016		X					
Nematollahi, 2016							
Choi, 2016							
Soysal, 2016		X					X
Alamri, 2015							
Smirnov, 2016							
Taleizadeh, 2016							
Thomas, 2016	X	X					
Cohen, 2016							
Zhang, 2016	X						
Zha, 2015							
Gao, 2015							
Zhang, 2015							
Alaei, 2015		X					
Chakraborty, 2015							
Zhu, 2015					X		
Guray Guler, 2015							

Huang, 2015					X		
Zissis, 2015							
Li, 2015							
Abdelsalam, 2014							
Cárdenas-Barrón, 2014							
Chen, T-H., 2014							
Berling, 2014							
Jaber, 2014							
Bendaya, 2013							
Ryu, 2013			X	X			
Sajadieh, 2013							
Jaber, 2013							
Jeong, 2012							
Sieke, 2012							

Toktapalut, 2011							
Duan, 2010							
Sajadieh, 2010						X	
Bendaya, 2008							
Choi, 2008							
Karabati, 2008							
Zhou, 2008							
Chen, 2008							
Sarmah, 2006							
Sahin, 2005							
Mishra, 2003							
Boyaci, 2004							
N° de Veces Utilizada	2	4	1	1	2	1	1

Tabla 26: Factores Usados como Parámetros. Fuente: Elaboración Propia

Factores	**Número Asignado**
Factor de Alteración de Tamaño de Orden	1
Factor de Costo por Penalización	2
Factor de Descuento	3
Factor de Incremento de Cantidad de Orden	4
Factor de Reparto del Coste de las Iniciativas de los Equipos de Ventas	5
Factor de Sensibilidad de los Clientes al Precio de Venta	6
Factor de Sensibilidad del Producto a los Precios	7
Factor de Sensibilidad del Producto al Tiempo	8
Intensidad de Tráfico (Razón Tasa de Llegada-Tasa de Servicio)	9
Ratio Demanda-Producción	10

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Bouchery, 2016										
Nematollahi, 2016										
Choi, 2016										
Soysal, 2016										
Alamri, 2015										
Smirnov, 2016										
Taleizadeh, 2016										
Thomas, 2016										

Cohen, 2016										
Zhang, 2016										
Zha, 2015										
Gao, 2015										
Zhang, 2015										
Alaei, 2015										
Chakraborty, 2015							X			
Zhu, 2015							X	X		
Guray Guler, 2015										
Huang, 2015										
Zissis, 2015										
Li, 2015						X				
Abdelsalam, 2014										
Cárdenas-Barrón, 2014					X					
Chen, T-H., 2014										
Berling, 2014										
Jaber, 2014										
Bendaya, 2013										
Ryu, 2013										
Sajadieh, 2013										
Jaber, 2013										X
Jeong, 2012										

Sieke, 2012		X								
Toktapalut, 2011									X	
Duan, 2010	X		X							
Sajadieh, 2010										
Bendaya, 2008										
Choi, 2008										
Karabati, 2008			X							
Zhou, 2008			X	X						
Chen, 2008										
Sarmah, 2006										
Sahin, 2005										
Mishra, 2003			X							
Boyaci, 2004										
N° de Veces Utilizada	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1

Tabla 27: Parámetros Relacionados Con Precios. Fuente: Elaboración Propia

Relacionados con Precios	**Número Asignado**
Precio (por Litro) del Combustible	1
Precio al Por Mayor	2
Precio de Compra	3
Precio de Devolución	4

Precio de Oferta de Cuarto	5
Precio de Venta	6
Precio de Venta Ítems Defectuosos	7

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Bouchery, 2016							
Nematollahi, 2016						X	
Choi, 2016						X	
Soysal, 2016	X						
Alamri, 2015							
Smirnov, 2016							
Taleizadeh, 2016						X	X
Thomas, 2016							
Cohen, 2016						X	
Zhang, 2016							
Zha, 2015					X		
Gao, 2015		X				X	
Zhang, 2015		X				X	
Alaei, 2015		X				X	
Chakraborty, 2015		X				X	
Zhu, 2015		X				X	
Guray Guler, 2015						X	
Huang, 2015						X	
Zissis, 2015							

Li, 2015		X				X	
Abdelsalam, 2014							
Cárdenas-Barrón, 2014						X	
Chen, T-H., 2014						X	
Berling, 2014							
Jaber, 2014							
Bendaya, 2013							
Ryu, 2013							
Sajadieh, 2013							
Jaber, 2013							
Jeong, 2012		X				X	
Sieke, 2012		X					

Toktapalut, 2011							
Duan, 2010						X	
Sajadieh, 2010			X			X	
Bendaya, 2008							
Choi, 2008				X		X	
Karabati, 2008							
Zhou, 2008		X				X	
Chen, 2008		X				X	
Sarmah, 2006			X				
Sahin, 2005		X					
Mishra, 2003			X				

Boyaci, 2004		X	X			X	

N° de Veces Utilizada	1	12	4	1	1	21	1

Tabla 28: Parámetros Referentes a Negociación. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Negociación	**Número Asignado**
Cargo Fijo	1
Comisión de Envío por Unidad	2
Cuota Fija Pactada en el Contrato	3
Proporción de las Ganancias Totales que un Proveedor Puede Obtener	4
Ratio del Costo Compartido de la Habitación Reservada Vacante	5
Ratio del Costo Compartido del Esfuerzo de Venta	6
Salario de los Conductores	7
Subsidios	8

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Bouchery, 2016								
Nematollahi, 2016								

Choi, 2016								
Soysal, 2016							X	
Alamri, 2015								

Smirnov, 2016								
Taleizadeh, 2016								
Thomas, 2016								
Cohen, 2016								X
Zhang, 2016								
Zha, 2015					X	X		
Gao, 2015	X							X
Zhang, 2015								
Alaei, 2015								
Chakrabortty, 2015								
Zhu, 2015								
Guray Guler, 2015								

Huang, 2015				X				
Zissis, 2015								
Li, 2015								
Abdelsalam, 2014								
Cárdenas-Barrón, 2014								
Chen, T-H., 2014								
Berling, 2014								
Jaber, 2014								
Bendaya, 2013								
Ryu, 2013								
Sajadieh, 2013								
Jaber, 2013								

Jeong, 2012								
Sieke, 2012	X							
Toktapalu t, 2011								
Duan, 2010								
Sajadieh, 2010								
Bendaya, 2008								
Choi, 2008								
Karabati, 2008								

Zhou, 2008								
Chen, 2008		X	X					
Sarmah, 2006								
Sahin, 2005								
Mishra, 2003								
Boyaci, 2004								
N° de Veces Utilizada	2	1	1	1	1	1	1	2

Tabla 29: Parámetros Relacionados con Funciones. Fuente: Elaboración Propia

Funciones	**Número Asignado**
Fracción de Demanda que se Suministra a Partir del Reabastecimiento	1
Función de Densidad Acumulada de la Curva de Aprendizaje	2

Función de Densidad Acumulada de la Demanda	3
Función de Densidad de la Curva de Aprendizaje	4
Función de Densidad de la Demanda	5
Función de Distribución de la Demanda	6
Parámetro de Escala de la Demanda	7
Parámetro de Forma de la Demanda	8
Parámetros de la Función de Emisiones de Gases de Invernadero	9

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Bouchery, 2016									
Nematollahi, 2016									
Choi, 2016									
Soysal, 2016									
Alamri, 2015									
Smirnov, 2016									
Taleizadeh, 2016									
Thomas, 2016									
Cohen, 2016									
Zhang, 2016									
Zha, 2015					X	X			
Gao, 2015									
Zhang, 2015									

Alaei, 2015									
Chakraborty, 2015									
Zhu, 2015									
Guray Guler, 2015					X	X			
Huang, 2015									
Zissis, 2015									
Li, 2015		X		X					
Abdelsalam, 2014									
Cárdenas-Barrón, 2014									
Chen, T-H., 2014									
Berling, 2014									
Jaber, 2014									
Bendaya, 2013									
Ryu, 2013									
Sajadieh, 2013									
Jaber, 2013									X
Jeong, 2012			X		X				
Sieke, 2012			X		X				
Toktapalut, 2011									
Duan, 2010									
Sajadieh, 2010							X	X	
Bendaya, 2008									

Choi, 2008			X		X				
Karabati, 2008									
Zhou, 2008							X	X	
Chen, 2008									
Sarmah, 2006									
Sahin, 2005	X								
Mishra, 2003									
Boyaci, 2004									
N° de Veces Utilizada	1	1	3	1	5	2	2	2	1

Tabla 30: Tasas Usadas como Parámetros. Fuente: Elaboración Propia

Tasas	**Número Asignado**
Tasa de Costo de Mantener Inventario Anual (Tasa de Interés)	1
Tasa de Demanda	2
Tasa de Interés del Mercado	3
Tasa de Producción	4
Tasa de Producción, Remanufactura o Inspección	5

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Bouchery, 2016					

Nematollahi, 2016					

Choi, 2016			X		
Soysal, 2016					
Alamri, 2015					
Smirnov, 2016					
Taleizadeh, 2016					
Thomas, 2016					
Cohen, 2016					
Zhang, 2016					
Zha, 2015					
Gao, 2015					
Zhang, 2015					
Alaei, 2015					
Chakraborty, 2015					
Zhu, 2015		X			
Guray Guler, 2015					
Huang, 2015					
Zissis, 2015					
Li, 2015					
Abdelsalam, 2014		X		X	

Cárdenas-Barrón, 2014		X		X	
Chen, T-H., 2014		X		X	
Berling, 2014					
Jaber, 2014		X			X
Bendaya, 2013		X		X	
Ryu, 2013					
Sajadieh, 2013		X		X	
Jaber, 2013		X		X	
Jeong, 2012					
Sieke, 2012					
Toktapalut, 2011					
Duan, 2010					
Sajadieh, 2010		X		X	
Bendaya, 2008		X		X	
Choi, 2008					
Karabati, 2008	X				
Zhou, 2008		X			
Chen, 2008					
Sarmah, 2006				X	
Sahin, 2005					
Mishra, 2003	X				
Boyaci, 2004	X	X			

N° de Veces Utilizada	3	12	1	9	1

Tabla 31: Parámetros Referentes a Niveles. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Niveles	**Número Asignado**
Nivel a Ordenar Máximo	1
Nivel de Adopción de Producto Objetivo	2
Nivel de Calidad	3
Nivel de Conciencia Ambiental del Consumidor (CEA)	4
Nivel de Descuento	5
Nivel de Inventario Final	6
Nivel de Inventario Inicial	7
Nivel de Reserva o Seguridad	8
Nivel de Servicio	9
Nivel de Stock Base	10

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Bouchery, 2016										
Nematollahi, 2016										
Choi, 2016										
Soysal, 2016										

Alamri, 2015										
Smirnov, 2016										
Taleizadeh, 2016										
Thomas, 2016						X				
Cohen, 2016		X								
Zhang, 2016	X								X	
Zha, 2015										
Gao, 2015						X	X			
Zhang, 2015				X						
Alaei, 2015										
Chakraborty, 2015										
Zhu, 2015										
Guray Guler, 2015										
Huang, 2015			X							
Zissis, 2015					X			X		
Li, 2015						X	X			
Abdelsalam, 2014									X	
Cárdenas-Barrón, 2014										
Chen, T-H., 2014										
Berling, 2014						X	X			
Jaber, 2014										
Bendaya, 2013										

Ryu, 2013	X					X	X			
Sajadieh, 2013										
Jaber, 2013										
Jeong, 2012										
Sieke, 2012									X	X
Toktapalut, 2011										X
Duan, 2010										
Sajadieh, 2010										
Bendaya, 2008										
Choi, 2008										
Karabati, 2008										
Zhou, 2008						X	X			
Chen, 2008										
Sarmah, 2006					X					
Sahin, 2005										
Mishra, 2003										
Boyaci, 2004										X
N° de Veces Utilizada	2	1	1	1	2	6	5	1	3	3

Tabla 32: Valores Esperados Usados como Parámetros. Fuente: Elaboración Propia

Valores Esperados	**Número Asignado**
Valor Esperado de la Demanda	1
Valor Esperado de las Ventas	2
Valor Esperado de las Ventas Perdidas	3
Valor Esperado del Inventario Final	4
Valor Esperado del Rendimiento	5

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Bouchery, 2016					
Nematollahi, 2016					
Choi, 2016					
Soysal, 2016					
Alamri, 2015					
Smirnov, 2016					
Taleizadeh, 2016					
Thomas, 2016					
Cohen, 2016					
Zhang, 2016					
Zha, 2015					
Gao, 2015					
Zhang, 2015					

Alaei, 2015		X	X	X	
Chakraborty, 2015					
Zhu, 2015					
Guray Guler, 2015	X				X
Huang, 2015					
Zissis, 2015					
Li, 2015					
Abdelsalam, 2014					
Cárdenas-Barrón, 2014					
Chen, T-H., 2014					
Berling, 2014					
Jaber, 2014					
Bendaya, 2013					

Ryu, 2013					
Sajadieh, 2013					
Jaber, 2013					
Jeong, 2012					
Sieke, 2012					
Toktapalut, 2011					
Duan, 2010					
Sajadieh, 2010					
Bendaya, 2008					
Choi, 2008					

Karabati, 2008					
Zhou, 2008					
Chen, 2008	X				
Sarmah, 2006					
Sahin, 2005					
Mishra, 2003					
Boyaci, 2004					
N° de Veces Utilizada	2	1	1	1	1

Tabla 33: Parámetros Referentes a Ingresos. Fuente: Elaboración Propia

Referentes a Ingresos	**Número Asignado**
Ganancia Promedio	1
Ganancias	2
Valor de Salvamento	3

Artículos	**1**	**2**	**3**
Bouchery, 2016			
Nematollahi, 2016			
Choi, 2016			

Soysal, 2016			
Alamri, 2015			
Smirnov, 2016			
Taleizadeh, 2016			

Thomas, 2016			
Cohen, 2016			
Zhang, 2016			
Zha, 2015			
Gao, 2015			
Zhang, 2015		X	X
Alaei, 2015		X	
Chakraborty, 2015			X
Zhu, 2015			
Guray Guler, 2015			X
Huang, 2015		X	
Zissis, 2015			
Li, 2015		X	
Abdelsalam, 2014			
Cárdenas-Barrón, 2014		X	
Chen, T-H., 2014		X	
Berling, 2014			
Jaber, 2014			
Bendaya, 2013			

Ryu, 2013			
Sajadieh, 2013			
Jaber, 2013			
Jeong, 2012			
Sieke, 2012			
Toktapalut, 2011			
Duan, 2010			
Sajadieh, 2010		X	
Bendaya, 2008			
Choi, 2008			
Karabati, 2008			
Zhou, 2008		X	
Chen, 2008		X	
Sarmah, 2006		X	
Sahin, 2005			
Mishra, 2003			
Boyaci, 2004	X		
N° de Veces Utilizada	1	10	3

Tabla 34: Parámetros Ambientales. Fuente: Elaboración Propia

Ambientales	**Número Asignado**
Calidad Ambiental	1
Cuota (Límite de Emisión) de Carbono	2
Emisiones de Gas de Invernadero	3
Impuesto por Emisiones	4
Límite de Emisiones	5
Penalización por Exceder el Límite de Emisiones	6

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Bouchery, 2016						
Nematollahi, 2016						
Choi, 2016		X		X		
Soysal, 2016						
Alamri, 2015						
Smirnov, 2016						
Taleizadeh, 2016						
Thomas, 2016						
Cohen, 2016						

Zhang, 2016						
Zha, 2015						
Gao, 2015						
Zhang, 2015	X					
Alaei, 2015						
Chakraborty, 2015						
Zhu, 2015						
Guray Guler, 2015						
Huang, 2015						
Zissis, 2015						
Li, 2015						

Abdelsalam, 2014						
Cárdenas-Barrón, 2014						
Chen, T-H., 2014						
Berling, 2014						
Jaber, 2014						
Bendaya, 2013						
Ryu, 2013						
Sajadieh, 2013						
Jaber, 2013			X	X	X	X
Jeong, 2012						
Sieke, 2012						

Toktapalut, 2011						
Duan, 2010						
Sajadieh, 2010						
Bendaya, 2008						
Choi, 2008						
Karabati, 2008						
Zhou, 2008						
Chen, 2008						
Sarmah, 2006						
Sahin, 2005						
Mishra, 2003						
Boyaci, 2004						
N° de Veces Utilizada	1	1	1	2	1	1

Tabla 35: Parámetros Varios. Fuente: Elaboración Propia

Varios	**Número Asignado**
Ahorros Netos Anticipados del Comprador según su Intervalo de Reabastecimiento	1
Curva de Aprendizaje	2
Distancia entre Nodos	3

Media de la Demanda Estocástica en un Nodo	4
Parámetros Técnicos	5
Peso en Vacío del Vehículo	6
Posición de Inventario de Stock de Instalación en el Punto de Stock	7
Velocidad del Vehículo	8
Vida del Producto	9

Artículos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Bouchery, 2016			X						
Nematollahi, 2016									
Choi, 2016									
Soysal, 2016			X		X	X		X	
Alamri, 2015		X							
Smirnov, 2016									
Taleizadeh, 2016									
Thomas, 2016									
Cohen, 2016									
Zhang, 2016									
Zha, 2015									
Gao, 2015									
Zhang, 2015									
Alaei, 2015				X					

Chakraborty, 2015									
Zhu, 2015									
Guray Guler, 2015									
Huang, 2015									
Zissis, 2015									
Li, 2015		X							
Abdelsalam, 2014									
Cárdenas-Barrón, 2014									
Chen, T-H., 2014		X							
Berling, 2014							X		
Jaber, 2014									
Bendaya, 2013									
Ryu, 2013									
Sajadieh, 2013									
Jaber, 2013									
Jeong, 2012									
Sieke, 2012									
Toktapalut, 2011									
Duan, 2010									X
Sajadieh, 2010									
Bendaya, 2008									
Choi, 2008									

Karabati, 2008	X								
Zhou, 2008									
Chen, 2008									
Sarmah, 2006									
Sahin, 2005									
Mishra, 2003									
Boyaci, 2004									
N° de Veces Utilizada	1	3	2	1	1	1	1	1	1

ANEXO 2: NOVEDADES EN LAS INVESTIGACIONES.

Tabla 36: Novedad de Cada Investigación. Fuente: Elaboración Propia

Artículo	Novedad
Bouchery, 2016	Flexibilidad para usar en cadenas de suministro con dos eslabones; toma en cuenta emisiones de carbono.
Nematollahi, 2016	Considera la inclusión de actividades sociales y ambientales en operaciones de negocios a la hora de diseñar su modelo de optimización.
Choi, 2016	La investigación se enfoca en el manejo de riesgos; realiza análisis media-varianza.
Soysal, 2016	Considera la presencia de productos perecederos y consumos energéticos (en forma de consumo de combustible).
Alamri, 2015	Toma en cuenta operaciones de inspección y productos de calidad imperfecta.
Smirnov, 2016	Presenta una estructura especial entre comerciantes para el intercambio de inventario, en la cual todos están conectados en forma de bucle bidireccional cerrado.
Taleizadeh, 2016	Estudia dos cadenas de suministro distintas, cada una con su propia política de coordinación compuesta, y evalúa el desempeño de cada estrategia.

Thomas, 2016	Diseña modelos independientes para cada miembro de la cadena de suministro, para luego combinarlos en un modelo maestro. Presenta un diagrama de flujo para lograr coordinación en el sistema, basado en sus modelos.
Cohen, 2016	Considera la aplicación de subsidios del gobierno para la adopción de tecnologías verdes, y su efecto en la cadena.
Zhang, 2016	Considera logística inversa (cadena de suministro de bucle cerrado). Integra ubicación de locaciones y distribución de recursos. Presenta múltiples escenarios de coordinación.
Zha, 2015	Integra coordinación con una plataforma virtual.
Gao, 2015	Se enfoca en el manejo de disrupciones que afecten la producción y el inventario del proveedor. Maneja pronósticos bajo modelos Markovianos.
Zhang, 2015	El modelo maneja dos productos sustituibles, uno de ellos considerado como un producto ambiental (o verde).
Alaei, 2015	Desarrolla su modelo bajo la aplicación de un algoritmo metaheurístico conocido como Harmony Search.

Chakraborty, 2015	La cadena se desarrolla bajo un contrato específico, pero el modelo define otro contrato a fin de mejorar la eficiencia.
Zhu, 2015	Integra decisiones de capacidad, precio y lead time a la hora de tomar decisiones y para desarrollar el modelo.
Guray Guler, 2015	Considera rendimientos y demanda aleatorios en la cadena de suministro. Propone múltiples mecanismos de coordinación y múltiples escenarios para sus aplicaciones.
Huang, 2015	Considera la distribución de ganancias entre los miembros de la cadena.
Zissis, 2015	El modelo que plantea permite coordinación incluso en condiciones con información asimétrica entre los miembros de la cadena.
Li, 2015	La cadena de suministro plantea políticas de producción y precios para dos periodos. Toma en cuenta el factor de aprendizaje para optimizar la producción en el segundo periodo.
Abdelsalam, 2014	Maneja demanda estocástica y costos variables. Resuelve su modelo mediante cuatro algoritmos computacionales inteligentes, y compara el desempeño de cada algoritmo.

Cárdenas-Barrón, 2014	Considera a la demanda dependiente de las estrategias de los vendedores para vender sus productos a los clientes, como promociones, descuentos, regalos, etc.
Chen, T-H., 2014	Investiga los efectos de combinar el aprendizaje, la integración de tamaños de lote y reproceso en la modelación en sistemas de producción imperfecta.
Berling, 2014	El modelo busca el control coordinado de sistemas de inventario con un almacén y múltiples vendedores, cuyas ubicaciones manejan políticas de revisión continua.
Jaber, 2014	Modela para sistemas que combinan decisiones de producción, remanufactura y disposición de desperdicios.
Bendaya, 2013	Presenta como mecanismo de coordinación el multiplicador entero del tiempo de ciclo que establece el tiempo de ciclo de cada miembro de la cadena como un múltiplo entero del miembro que esté en un nivel inferior de la cadena.
Ryu, 2013	Considera la cadena de suministro como una estructura en capas (cada miembro de la cadena se estructura en forma de fractal).
Sajadieh, 2013	Toma en cuenta decisiones no determinísticas al manejar lead times estocásticos y escasez/faltantes.

Jaber, 2013	Considera la reducción de emisiones de gases de invernadero producidas por la cadena mediante el diseño de límites de emisión, impuestos y penalizaciones.
Jeong, 2012	Considera situaciones de coordinación con información compartida completa y parcial, y diseña mecanismos para cada situación. Flexibilidad para usar en cadenas de suministro con múltiples eslabones.
Sieke, 2012	Se enfoca en el nivel de servicios para el diseño de contratos de coordinación y analiza la respuesta del proveedor a cada contrato para ajustar los parámetros de cada contrato.
Toktapalut, 2011	Modela la cadena de suministro bajo un sistema de colas, en la cual cada proveedor maneja una cola M/M/1 make-to-stock, mientras que el manufacturero presenta una cola GI/M/1 make-to-order tras definir una distribución aproximada para su tiempo entre arribos. Presenta tres contratos distintos para lograr coordinación y evalúa sus desempeños.
Duan, 2010	Considera productos con vida útil fija.
Sajadieh, 2010	La demanda del cliente final depende positivamente del número de productos que estén en exhibición (demanda dependiente del stock).

Choi, 2008	Considera manejo de riesgos y la aversión al riesgo al diseñar el modelo, y realiza análisis media-varianza bajo entornos con políticas de devoluciones.
Karabati, 2008	Debido a que se comparte información a nivel vertical, el proveedor cree que los compradores tendrán expectativas de recibir posibles beneficios basados en la información que conocen sobre la estructura de costos de la cadena, por lo que se diseña el modelo bajo la noción de sub-cadenas consistentes del proveedor y un vendedor, a fin de modelar el punto de vista de cada vendedor con información completa.
Zhou, 2008	Presenta dos mecanismos de coordinación y evalúa sus desempeños.
Sahin, 2005	Diseña hasta nueve diferentes estrategias de optimización tomando en cuenta coordinación e intercambio de información nulas, parciales y completas.
Mishra, 2003	Su esquema de coordinación en forma de descuentos es selectivo, es decir que se permite la posibilidad de que no todos los comerciantes acepten la política de descuentos y de reabastecimientos conjuntos y continúan ordenando bajo sus propias políticas.

Boyaci, 2004	Considera un mercado con dos cadenas de suministro en competencia, y se analizan los casos en que ninguna, una o ambas cadenas son coordinadas bajo estrategias de equilibrio en la prestación de servicios.

Bibliografía

Abdelsalam, H. M., & Elassal, M. M. (2014). Joint economic lot sizing problem for a three - Layer supply chain with stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, *155*, 272–283. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.01.015

Alaei, S., & Setak, M. (2015). Multi objective coordination of a supply chain with routing and service level consideration. *International Journal of Production Economics*, *167*, 271–281. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.002

Arshinder Kaur, Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2011). *Supply Chain Coordination under Uncertainty*. *International Journal of Production Economics* (Vol. 115). https://doi.org/10.1007/978-3-642-19257-9

Barratt, M. (2004). Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, *9*(1), 30–42. https://doi.org/10.1108/13598540410517566

Ben-Daya, M., As'Ad, R., & Seliaman, M. (2013). An integrated production inventory model with raw material replenishment considerations in a three layer supply chain. *International Journal of Production Economics*, *143*(1), 53–61. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.024

Ben-Daya, M., Darwish, M., & Ertogral, K. (2008). The joint economic lot sizing problem: Review and extensions. *European Journal of Operational Research*, *185*(2), 726–742. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.12.026

Berling, P., & Marklund, J. (2014). Multi-echelon inventory control: An adjusted normal demand model for implementation in practice. *International Journal of Production Research*, *52*(11), 3331–3347. https://doi.org/10.1080/00207543.2013.873555

Bouchery, Y., Ghaffari, A., Jemai, Z., & Tan, T. (2016). Impact of coordination on costs and carbon emissions for a two-echelon serial economic order quantity problem. *European Journal of Operational Research*. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.12.018

Boyaci, T., & Gallego, G. (2004). Supply Chain Coordination in a Market with Customer Service Competition. *Production and Operations Management*, *13*(1), 3–22. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2004.tb00141.x

Cárdenas-Barrón, L. E., & Sana, S. S. (2014). A production-inventory model for a two-echelon supply chain when demand is dependent on sales teams' initiatives. *International Journal of Production Economics*, *155*(2009), 249–258. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.03.007

Chen, S. L., & Liu, C. L. (2008). The optimal consignment policy for the manufacturer under supply chain co-ordination. *International Journal of Production Research*, *46*(18), 5121–5143. https://doi.org/10.1080/00207540701276608

Chen, T. H., & Tsao, Y. C. (2014). Optimal lot-sizing integration policy under learning and rework effects in a manufacturer-retailer chain. *International Journal of Production Economics*, *155*, 239–248. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.011

Choi, T. M. (2016). Multi-period risk minimization purchasing models for fashion products with interest rate, budget, and profit target considerations. *Annals of Operations Research*, *237*(1–2), 77–98. https://doi.org/10.1007/s10479-013-1453-x

Choi, T. M., Li, D., & Yan, H. (2008). Mean-variance analysis of a single supplier and retailer supply chain under a returns policy. *European Journal of Operational Research*, *184*(1), 356–376. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.051

Cohen, M. C., Lobel, R., & Perakis, G. (2016). The Impact of Demand Uncertainty on Consumer Subsidies for Green Technology Adoption. *Management Science*, *62*(5), 1235–1258. https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2173

Cruijssen, F. (2007). Horizontal Cooperation in Transport and Logistics, (published PhD thesis), (January 2016).

Jaber, M. Y., Glock, C. H., & El Saadany, A. M. A. (2013). Supply chain coordination with emissions reduction incentives. *International Journal of Production Research*, *51*(1), 69–82. https://doi.org/10.1080/00207543.2011.651656

Jeong, I. J., & Jorge Leon, V. (2012). A serial supply chain of newsvendor problem with safety stocks under complete and partial information sharing. *International Journal of Production Economics*, *135*(1), 412–419. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.015

Karabati, S., & Sayin, S. (2008). Single-supplier/multiple-buyer supply chain coordination: Incorporating buyers' expectations under vertical information sharing. *European Journal of Operational Research*, *187*(3), 746–764. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.05.046

Karaoğlan, İ., & Kesen, S. E. (2016). The coordinated production and transportation scheduling problem with a time-sensitive product: a branch-and-cut algorithm. *International Journal of Production Research*, *7543*(October), 1–22. https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1213916

Karray, S., & Surti, C. (2016). Channel coordination with quantity discounts and/or cooperative advertising. *International Journal of Production Research*, *7543*(May), 1–19. https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1173253

Li, T., Sethi, S. P., & He, X. (2015). Dynamic pricing, production, and channel coordination with stochastic learning. *Production and Operations Management*, *24*(6), 857–882. https://doi.org/10.1111/poms.12320

Mason, R. J., Lalwani, C. S., & Boughton, R. (2007). Combining Vertical and Horizontal Collaboration for Transport Optimisation. *Supply Chain Management: An International Journal*, *12*(3), 187–199. https://doi.org/10.1108/13598540710742509

Mishra, A. K. (2003). Selective discount for supplier-buyer coordination using common replenishment epochs. *European Journal of Operational Research*, *153*(3 SPEC. ISS.), 751–756. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00811-1

Nematollahi, M., & Heydari, J. (2016). Coordination of social responsibility and order quantity in a two-echelon supply chain : A collaborative decision-making perspective. *Intern. Journal of Production Economics*. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.11.017

Peñaloza, C. (2014). Caracterización de los procesos de acopio y distribución de bienestarina en Bogotá.

Ramdas, K., & Spekman, R. (2010). Chain or Shackles : Understanding, *30*(February 2015), 3–21.

Ryu, K., Moon, I., Oh, S., & Jung, M. (2013). A fractal echelon approach for inventory management in supply chain networks. *International Journal of Production Economics*, *143*(2), 316–326. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.002

Sarmah, S. P., Acharya, D., & Goyal, S. K. (2006). Buyer vendor coordination models in supply chain management. *European Journal of Operational Research*, *175*(1), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.08.006

Sieke, M. A., Seifert, R. W., & Thonemann, U. W. (2012). Designing service level contracts for supply chain coordination. *Production and Operations Management*, *21*(4), 698–714. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2011.01301.x

Smirnov, D., & Gerchak, Y. (2016). Inventory sharing via circular bidirectional chaining. *International Journal of Production Economics*, *179*, 141–152. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.012

Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Haijema, R., & van der Vorst, J. G. A. J. (2016). Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration. *Computers and Operations Research*. https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.02.003

Taleizadeh, A. A., Noori-daryan, M., & Govindan, K. (2016). Pricing and ordering decisions of two competing supply chains with different composite policies: a Stackelberg game-theoretic approach. *International Journal of Production Research*, *7543*(June), 1–30. https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1154621

Thomas, A., Krishnamoorthy, M., Venkateswaran, J., & Singh, G. (2016). Decentralised decision-making in a multi-party supply chain. *International Journal of Production Research*, *54*(2), 405–425. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1096977

Tokta-Palut, P., & Ülengin, F. (2011). Coordination in a two-stage capacitated supply chain with multiple suppliers. *European Journal of Operational Research*, *212*(1), 43–53. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.01.018

Universidad Nacional de Colombia. (2017). Logística De Acopio Y Distribución De Bienestarina - Documento De Trabajo. UNAL.

Yang, D., & Xiao, T. (2016). Coordination of a supply chain with loss-averse consumers in service quality. *International Journal of Production Research*, *7543*(November), 1–20. https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1241444

Zha, Y., Zhang, J., Yue, X., & Hua, Z. (2015). Service supply chain coordination with platform effort-induced demand. *Annals of Operations Research*, *235*(1), 785–806. https://doi.org/10.1007/s10479-015-1918-1

Zhang, Z. H., & Unnikrishnan, A. (2016). A coordinated location-inventory problem in

closed-loop supply chain. *Transportation Research Part B: Methodological*, *89*, 127–148. https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.04.006

Zhu, S. X. (2015). Integration of capacity, pricing, and lead-time decisions in a decentralized supply chain. *International Journal of Production Economics*, *164*, 14–23. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.026