



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Enverdecimiento de la cadena de abastecimiento en las empresas manufactureras bogotanas

Oscar Fabián Velásquez Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2012

Enverdecimiento de la cadena de abastecimiento en las empresas manufactureras bogotanas

Oscar Fabián Velásquez Rodríguez

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Industrial

Director:

Ph.D Carlos Eduardo Moreno Mantilla

Línea de Investigación:

Productividad, competitividad y calidad

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2012

*A Dios y a mi familia por su
amor incondicional*

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser el motor de mi vida y darme la fortaleza necesaria en los momentos difíciles, a mis padres y hermanos por brindarme todo su amor y apoyo a lo largo de mi vida, a mis amigos y compañeros de estudio, que me han acompañado en este camino por enseñarme todo lo que me han enseñado y sobre todo por aquellos buenos momentos que han compartido conmigo. De manera muy especial, al ingeniero Carlos Eduardo Moreno Mantilla, coordinador del programa de Ingeniería Industrial, por compartir sus invaluable conocimientos y orientarme en este trabajo, además, por la confianza, comprensión y apoyo incondicional que ha hecho posible el desarrollo del mismo. Finalmente, y en general a todas aquellas personas que han aportado su granito de arena para poder llevar a buen término este proyecto.

Resumen

El presente trabajo busca estudiar los efectos sinérgicos existentes entre la manufactura esbelta y las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, así como los posibles beneficios que dicha interacción puede generar en el desempeño económico y ambiental de las empresas. De acuerdo con esto, se planteó un modelo de moderación en el cual las prácticas de manufactura esbelta potencializan los efectos positivos que el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento puede producir sobre el desempeño del negocio. Por medio de la aplicación de una encuesta a un grupo de empresas bogotanas y el posterior análisis estadístico de los datos recolectados se validaron y estudiaron los constructos del modelo y las relaciones establecidas entre éstos. Los resultados obtenidos, muestran que las prácticas asociadas a la manufactura esbelta como la gestión de la calidad total juegan un papel de moderación en la relación entre algunas prácticas del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del negocio.

Palabras clave: Enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, Manufactura Esbelta, Justo a Tiempo, Gestión de la Calidad Total, Logística de Reversa, Eco-diseño, Colaboración Ambiental, Compras verdes, Gestión Ambiental, Efecto de Moderación.

Abstract

This paper seeks to study the synergistic effects between lean manufacturing practices and green supply chain and the potential benefits of such interaction can produce in firm economic and environmental performance. Accordingly, it planted a moderation model in which lean manufacturing practices increase the positive effects that green

supply chain can have on business performance. Through the implementation of a survey to a group of Bogota's firms and the subsequent statistical analysis of collected data were validated and studied the model constructs and the relationships established between them. The results obtained show that the practices associated with lean manufacturing as total quality management play a moderating role in the relationship between some practices greening the supply chain and business performance.

Keywords: Greening supply chain, Lean Manufacturing, Just in Time, Total Quality Management, Reverse Logistic, Eco-design, Environmental Collaboration, Green Purchasing, Environmental Management, Moderation Effect.

Contenido

RESUMEN.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABLAS.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	XII
0. INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	9
1.1 MANUFACTURA ESBELTA.....	9
1.1.1 Antecedentes de la Manufactura Esbelta.....	9
1.1.2 ¿Qué es la Manufactura Esbelta?.....	11
1.1.2.1 Principios de la manufactura esbelta.....	11
1.1.2.2 Los tipos de desperdicios en la manufactura esbelta.....	14
1.1.2.3 La casa de la manufactura esbelta.....	15
1.1.3 Gestión de la Calidad Total.....	17
1.1.4 Justo a Tiempo.....	23
1.2 ENVERDECIMIENTO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.....	26
1.2.1 Gestión de la Cadena de Abastecimiento.....	26
1.2.2 Gestión del Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento.....	28
1.2.2.1 Definiciones del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento.....	29
1.2.2.2 Prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento.....	31
1.2.2.2.1 Compras Verdes.....	32
1.2.2.2.2 Eco – diseño.....	33
1.2.2.2.3 Logística de Reversa.....	35
1.2.2.2.4 Colaboración Ambiental.....	37

1.3	Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento y Desempeño Ambiental	37
1.4	Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento y Desempeño Económico	39
1.5	Pensamiento Verde y Manufactura Esbelta	41
1.5.1	Implementación de manufactura esbelta y prácticas verdes	43
1.6	Justo a Tiempo, Gestión de la Calidad Total y el Desempeño de las Empresas.....	43
1.6.1	JIT, TQM y el desempeño ambiental	43
1.6.2	JIT, TQM y el desempeño económico	46
1.7	El Efecto Moderador de JIT y TQM en la Relación entre GSCM y el Desempeño de las Empresas	47
1.7.1	TQM como moderador.....	49
1.7.2	JIT como moderador	50
2.	MÉTODOS	53
2.1	MEDICIÓN DE LAS VARIABLES	56
2.2	CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA	57
2.3	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE FACTORES	58
2.4	ANÁLISIS CONFIRMATORIO DE FACTORES	58
2.5	MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES.....	59
2.5.1	Latent Variable Scores (LVS) – Puntaje de las Variables Latentes.....	59
2.5.2	Enfoque parcialmente restringido (Partially Constrained Approach)	60
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
3.1	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE FACTORES	61
3.1.1	Prácticas de Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento	61
3.1.2	Manufactura Esbelta.....	62
3.1.3	Desempeño Económico.....	62
3.1.4	Desempeño Ambiental	62
3.2	ANÁLISIS CONFIRMATORIO DE FACTORES	62
3.3	MODELOS ESTRUCTURALES.....	63
3.3.1	Latent Variable Scores (LVS)	63
3.3.2	Enfoque Parcialmente Restringido.....	68
3.4	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	79

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1 CONCLUSIONES.....	83
4.2 RECOMENDACIONES.....	89
A. Anexo: Manufactura Esbelta y Prácticas Ambientales	91
B. Anexo: Instrumento de recolección datos	95
C. Anexo: Análisis de cadenas largas repetidas.....	101
D. Anexo: Caracterización de la Muestra	103
E. Anexo: Análisis Exploratorio de Factores.....	105
F. Anexo: Análisis confirmatorio de Factores	109
BIBLIOGRAFÍA.....	111

Lista de figuras

Figura 1: Modelo Teórico Propuesto	4
Figura 2: El modelo de las 4p de Toyota.....	13
Figura 3: Casa de la Manufactura Esbelta	16
Figura 4: Etapas de desarrollo histórico de la calidad	17
Figura 5: Las dimensiones de la Gestión de la Calidad Total.....	20
Figura 6: Analogía del nivel de Inventarios JIT	24
Figura 7: Modelo de la Gestión de la Cadena de Abastecimiento	27
Figura 8: Prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento	32
Figura 9: Estrategias ambientales para el ciclo de vida de los productos.....	35
Figura 10: Modelo hipotético-deductivo	53
Figura 11: Diagrama de Trayectoria Modelo 1	69
Figura 12: Diagrama de Trayectoria Modelo 2	70
Figura 13: Diagrama de Trayectoria Modelo 3	71
Figura 14: Diagrama de Trayectoria Modelo 4	72
Figura 15: Diagrama de Trayectoria Modelo 5	73
Figura 16: Diagrama de Trayectoria Modelo 6	74
Figura 17: Diagrama de Trayectoria Modelo 7	75
Figura 18: Diagrama de Trayectoria Modelo 8	76
Figura 19: Diagrama de Trayectoria Modelo 9	77
Figura 20: Diagrama de Trayectoria Modelo 10	78
Figura 21: Histograma de frecuencias para el número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor	101
Figura 22: Diagrama de caja para identificar observaciones extremas en número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor	102
Figura 23: Frecuencias por actividad económica	103
Figura 24: Frecuencias por sector económico	104
Figura 25: Frecuencias por tamaño de empresa.....	104

Lista de tablas

Tabla 1: Percepción de los principales autores de la calidad sobre los principios de TQM	21
Tabla 2: Estructuración de los 10 modelos LVS.....	64
Tabla 3: Lean y Green	91
Tabla 4: Frecuencias del número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor	101
Tabla 5: Frecuencias por actividad económica	103
Tabla 6: Frecuencias por sector económico.....	104
Tabla 7: Frecuencias por tamaño de la empresa.	104
Tabla 8: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett - GSCM	105
Tabla 9: Extracción de factores y cargas - GSCM.....	105
Tabla 10 (Continuación): Extracción de factores y cargas - GSCM.....	106
Tabla 11: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Manufactura Esbelta	106
Tabla 12: Extracción de factores y cargas – Manufactura Esbelta	106
Tabla 13: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Desempeño Económico.....	107
Tabla 14: Extracción de factores y cargas – Desempeño Económico	107
Tabla 15: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Desempeño Ambiental	108
Tabla 16: Extracción de factores y cargas – Desempeño Ambiental.....	108
Tabla 17: Valores de carga de ítems y confiabilidad de constructos para el modelo de CFA con el desempeño ambiental.....	109
Tabla 18: Valores de carga de ítems y confiabilidad de constructos para el modelo de CFA con el desempeño económico	110

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Símbolos con letras griegas

Símbolos	Término
λ_x	Carga de una variable medida x en el constructo latente
λ_y	Carga de una variable medida y en el constructo latente
ξ	Constructo asociado con las variables x medidas
ε	Constructo asociado con las variables y medidas
γ	Coefficiente de regresión de la relación causal entre un constructo ξ y un constructo ε
δ	Captura de la covariación entre los errores de dos constructos ε

Subíndices

Símbolos	Término
X	Variable Indicadora Independiente o Exógena en el modelo SEM
Y	Variable Indicadora dependiente o Endógena en el modelo SEM

Abreviaturas

Símbolos	Término
AVE	Sigla en inglés (Average Variance Extracted) para denominar a la Varianza Promedio Extraída
CFA	Sigla en inglés (Confirmatory Factor Analysis) para denominar al Análisis Confirmatorio de Factores
EPCA	Sigla en inglés (Exploratory Principal Component Analysis) para denominar al Análisis Exploratorio de Componentes Principales
RML	Sigla en inglés (Robust Maximum Likelihood) para denominar al método de estimación Máxima Verosimilitud Robusta en un modelo estructural
SEM	Sigla en inglés (Structural Equation Modeling) para denominar al Modelo de Ecuaciones Estructurales
TQM	Sigla en inglés (Total Quality Management) para denominar Gestión de la Calidad Total
GSCM	Sigla en inglés (Green Supply Chain Mangement) para denominar la Gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento
RBV	Sigla en inglés (Resource-Based View) para denominar a la Visión de la Firma Basada en Recursos

0. Introducción

Durante las últimas décadas la implementación de prácticas ambientales proactivas tales como Diseño para el Medio Ambiente, logística de reversa, o compras verdes, entre otras, ha adquirido gran importancia a nivel académico y empresarial debido a la creciente preocupación de la sociedad por los impactos negativos generados por los productos a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la producción y distribución, hasta llegar a su disposición final.

Por tal motivo, la gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento ha venido ganando un creciente interés entre los investigadores y los profesionales relacionados con los procesos de gestión de la cadena de abastecimiento dentro de las organizaciones (Srivastava, 2007). No se trata únicamente de ser *amigable* con el medio ambiente, ya que existen diversas razones comerciales y financieras para la implementación de este tipo de prácticas (Testa & Iraldo, 2010), por lo que también se busca es generar una ventaja competitiva a partir de la reducción en costos o la diferenciación medioambiental.

Así, de una parte, desde hace poco más de una década los académicos han realizado investigaciones que sugieren que la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento genera efectos positivos sobre el desempeño de las empresas, tanto a nivel ambiental (Geffen & Rothenberg, 2000; Zhu & Sarkis, 2004; Iraldo, Testa, & Frey, 2009) como financiero (Alvarez Gil, Burgos Jimenez, & Cespedes Lorente, 2001; Rao & Holt, 2005; Eltayeba, Zailani, & Ramayahc, 2011).

De otra parte, la implementación de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en las organizaciones ha recibido gran atención sobre todo desde de la década de los 80 del siglo XX, cuando los conceptos y herramientas contenidos dentro del modelo de producción de Toyota empezaron a difundirse dentro de la industria europea y

norteamericana. Es así como diversos estudios han centrado sus esfuerzos en comprender esta filosofía de gestión, desde el análisis de los procesos de implementación, hasta el impacto que genera sobre el desempeño de las empresas.

Sin embargo, durante los últimos años los académicos han puesto su atención en las sinergias que se pueden establecer entre la manufactura esbelta y las prácticas ambientales, debido a que existen varios puntos de convergencia entre estas. Por ejemplo, varios autores argumentaron que tanto la manufactura esbelta como las prácticas ambientales enfocan sus esfuerzos en reducir los desperdicios (Florida, 1996; Green, Morton, & New, 1998; King & Lenox, 2001; Larson & Greenwood, 2004; Mollenkopf, Stolze, Tate, & Ueltsch, 2010). Asimismo, mientras la implementación de prácticas de manufactura esbelta puede generar un efecto positivo en el desempeño ambiental, debido a que esta se enfoca en mejorar los procesos productivos disminuyendo los reprocesos y haciendo un consumo eficiente de materiales y energía, la implementación de prácticas ambientales puede producir un mejoramiento en el desarrollo de técnicas de manufactura esbelta (Hansen, Melnyk, & Calantone, 2004; Kleindorfer & Saad, 2005)

Fuera de esto, la literatura estudia igualmente las relaciones entre la implementación de prácticas ambientales y conceptos asociados con la manufactura esbelta, tales como la Gestión de la Calidad Total (TQM, por su sigla en inglés) y Justo a tiempo (JIT, por su sigla en inglés). Por ejemplo, se destaca el influyente trabajo de King y Lenox (2001), quienes observaron que la certificación ISO 9000 promueve entre las empresas la implementación de prácticas ambientales y facilita los procesos futuros de gestión ambiental. Del mismo modo, se sabe que la implementación de herramientas y técnicas como SMED, *kanban* y flujo continuo, relacionadas históricamente con JIT, puede generar lazos más fuertes con los proveedores, constituyéndose este en uno de los factores determinantes para la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento (Florida, 1996; King & Lenox, 2001; Zhu, Sarkis, & Lai, 2007).

Básicamente, la implementación de herramientas y técnicas asociadas con TQM y JIT, le permite a las empresas desarrollar las capacidades y habilidades requeridas

para desarrollar programas proactivos de gestión ambiental (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010).

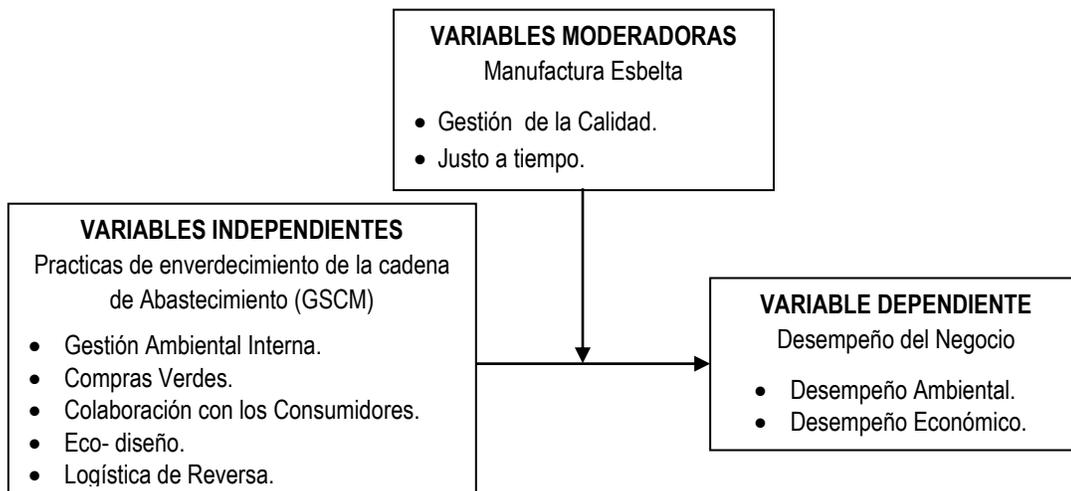
Adicionalmente, en la literatura se pueden encontrar autores que durante la última década han estudiado las relaciones existentes entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, la manufactura esbelta y el desempeño tanto económico como ambiental de las empresas. Dichos autores han enmarcado sus trabajos principalmente dentro de dos enfoques: los primeros sustentan que el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento juega un papel de mediación en la relación que hay entre la manufactura esbelta y el desempeño del negocio (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010; Yang, Hong, & Modi, 2011), mientras que los segundos sustentan que la manufactura esbelta juega un papel de moderación en la relación entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del negocio (Christmann, 2000; Zhu & Sarkis, 2004).

En una primera aproximación a estos dos enfoques, se puede observar que según el primero, un mejor desempeño económico derivado de la implementación de prácticas del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento tiene como antecedente de estas últimas el desarrollo de prácticas de manufactura esbelta, mientras que de acuerdo con el segundo enfoque, la implementación de prácticas de manufactura esbelta puede activar o reforzar los beneficios que una empresa obtenga en el desempeño tanto económico como ambiental al implementar prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento.

Diversos estudios han sugerido que las prácticas de manufactura esbelta son un antecedente determinante para la implementación de prácticas ambientales avanzadas, ya que la interiorización de prácticas como TQM y JIT le permite a las empresas desarrollar ciertas capacidades y conocimientos que son instrumentales para la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento. Siguiendo esta misma línea, se puede argumentar que la implementación de las prácticas de manufactura esbelta le permite a las empresas desarrollar ciertas capacidades como el involucramiento de los empleados, la gestión del recurso humano, el desarrollo de equipos de trabajo interdisciplinarios y el mejoramiento continuo (Florida, 1996; King & Lenox, 2001).

De conformidad con lo expresado anteriormente y encuadrándose en la segunda de las perspectivas descritas, el desarrollo del presente trabajo tiene como objeto principal estudiar el papel de moderación que desempeñan las prácticas de manufactura esbelta, (TQM y JIT) en la relación existente entre las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del negocio. En la Figura 1 se presenta una primera aproximación al modelo teórico en que se fundamenta el estudio, formulado a partir de las relaciones entre los siguientes, según se presenta en la literatura (Christmann, 2000; King & Lenox, 2001; Zhu & Sarkis, 2004; Fernández, Álvarez-Gil, & González, 2004): manufactura esbelta, prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, desempeño ambiental y desempeño del negocio.

Figura 1: Modelo Teórico Propuesto



Fuente: Elaboración propia a partir de Christmann (2000), King & Lenox (2001), Zhu & Sarkis (2004) y Fernández, Álvarez-Gil, & González (2004).

Teniendo como fundamento el referente teórico presentado en la Figura 1, se plantean a continuación las preguntas de investigación que comprende el presente trabajo:

- ¿Cuál es el efecto de las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento sobre el desempeño ambiental de las empresas manufactureras bogotanas?

- ¿Cuál es el efecto de las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento sobre el desempeño económico de las empresas manufactureras bogotanas?
- ¿Cuál es el efecto de la Gestión Total de la Calidad sobre la relación entre las prácticas de enverdecimiento y el desempeño ambiental de las empresas manufactureras bogotanas?
- ¿Cuál es el efecto de la Gestión Total de la Calidad sobre la relación entre las prácticas de enverdecimiento y el desempeño económico de las empresas manufactureras bogotanas?
- ¿Cuál es el efecto de Justo a Tiempo sobre la relación entre las prácticas de enverdecimiento y el desempeño ambiental de las empresas manufactureras bogotanas?
- ¿Cuál es el efecto de Justo a Tiempo sobre la relación entre las prácticas de enverdecimiento y el desempeño económico de las empresas manufactureras bogotanas?

Las respuestas a las preguntas planteadas se enmarcan en un trabajo de tipo hipotético-deductivo, el cual se desarrolló a través de la aplicación de una encuesta a las empresas participantes en el programa Acercar¹, dirigido actualmente por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Este programa hace parte de un “sistema integrado que busca brindar apoyo a las empresas bogotanas en todos los temas relacionados con la gestión ambiental y el cual incluye medidas tales como los Acuerdos de Gestión Ambiental, los programas de entrenamiento y capacitación, la publicación de manuales de producción más limpia, y la ejecución del Programa de

¹ El programa ACERCAR es una iniciativa de la Secretaría Distrital de Ambiente que busca apoyar a las MiPyMes y el sector transporte de la Ciudad con el fin de mejorar su gestión ambiental y productividad a través de herramientas de producción más limpia, promoviendo una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos productivos, productos y servicios, para mejorar la calidad ambiental del Distrito Capital y generar condiciones favorables para un Desarrollo Humano Sostenible.

Intercambio de Residuos Industriales” (Reyes Rodriguez, 2011). El análisis de los datos se realizó mediante varias técnicas que hacen parte del análisis multivariante².

El análisis de los datos mostró que en las empresas colombianas la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento puede generar beneficios en su desempeño ambiental. De la misma manera, se pudo establecer que la implementación de TQM en el contexto de la industria bogotana puede generar un impacto positivo en el desempeño tanto ambiental como económico de las empresas. Finalmente, se pudo establecer que TQM puede generar un efecto de moderación entre el desempeño del negocio y algunas prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, tales como la gestión ambiental interna y la logística de reversa.

De otra parte, consecuente con el objetivo general de la investigación, se encuentra una justificación al presente trabajo al ofrecer nuevo conocimiento, con un claro soporte empírico, que permita plantear soluciones a la problemática ambiental, especialmente en relación con las pequeñas y medianas empresas colombianas. Este aporte puede valorarse en virtud a la dinámica del mercado colombiano y a la composición de la industria nacional, que está conformada en su mayoría por este tipo de empresas, que además son consideradas como un sector prioritario en cuanto a la gestión ambiental debido a su alto índice de contaminación, su bajo nivel tecnológico, su incipiente capacidad de mejoramiento y su informalidad (van Hoof, 2005).

Igualmente, los esfuerzos realizados para comprender el comportamiento de las empresas nacionales frente al desarrollo de programas y políticas enfocadas a mitigar el impacto negativo sobre el medio ambiente toman un papel protagónico en el marco del desarrollo sostenible en el país.

De acuerdo con lo dicho, el presente trabajo es pertinente para el contexto colombiano, ya que busca comprender los efectos que generan las prácticas ambientales proactivas—tales como el eco-diseño, la gestión ambiental interna, las compras verdes, la colaboración con los consumidores y la logística de reversa—sobre el desempeño ambiental y económico de las empresas, analizando al mismo tiempo el

² El análisis multivariante, en un sentido amplio se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a una investigación.

papel que juega la manufactura esbelta en estas relaciones. Se espera entonces que las contribuciones derivadas de este trabajo tengan pertinencia tanto para el ámbito socioeconómico como el académico.

En el ámbito socioeconómico, se espera aportar en el análisis de las sinergias desarrolladas entre la manufactura esbelta y las prácticas ambientales, y los efectos de dicha sinergia sobre el desempeño ambiental y económico de las empresas nacionales. Igualmente, se busca aportar evidencias que lleven a que la gestión ambiental proactiva no sea entendida necesariamente como un generador de costos adicionales, sino como una inversión, ofreciendo una nueva motivación en la industria colombiana para la adopción de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento.

Respecto al ámbito académico, el presente trabajo es relevante ya que se inscribe dentro de una emergente tradición de estudios en el área conocida como “Lean-Green”, aportando evidencia empírica para comprender la relación entre la implementación de prácticas proactivas ambientales y filosofías asociadas a la manufactura esbelta, tal como es el caso de TQM, y el efecto de esta relación en el desempeño ambiental y económico de las empresas. Asimismo, se provee un primer acercamiento empírico a la implementación de algunas prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y uno que se suma a la literatura existente sobre manufactura esbelta, para ambos casos en Colombia.

Finalmente, el presente estudio comprende un análisis de prácticas ambientales proactivas como la logística de reversa, la cual trae consigo grandes retos y desafíos para la ingeniería industrial, no solamente en el área de la producción, sino también en el estudio de las estructuras organizacionales y el desarrollo de políticas empresariales (Monroy & Ahumada, 2006). Igualmente, desde la perspectiva de los fundamentos de la ingeniería industrial, el presente trabajo se desarrolla dentro del marco de algunos de los retos y oportunidades planteados por Maynard (2001) para esta disciplina en el futuro, específicamente los que hacen referencia al desarrollo de la manufactura concurrente y la compatibilidad ambiental de las operaciones.

1.Marco Teórico y Estado del Arte

1.1 Manufactura Esbelta

1.1.1 Antecedentes de la Manufactura Esbelta

Es difícil decir exactamente cuándo empezó la manufactura esbelta. Sin embargo, las diferentes historias sobre sus inicios suelen empezar con el viaje que hizo Eiji Toyoda a Estados Unidos en la década de los 50's para aprender de Edward Deming, Henry Ford y otros expertos de la época (Biggs, 2009). Durante su estadía en Estados Unidos se dio cuenta de que el modelo de producción en masa establecido por Ford no era replicable bajo las condiciones en las que se encontraba Toyota, debido a que el mercado japonés era más pequeño y exigía una mayor variedad de modelos que el mercado objetivo de Ford. Además, ya que Toyota no contaba con los recursos económicos disponibles para implementar la línea de ensamblaje como la existente en la planta de producción de Highland Park.

Debido a estas circunstancias, a su regreso a Japón Eiji Toyoda le pidió a Taiichi Ohno que mejorara el proceso de producción de Toyota hasta igualarlo con la productividad de Ford (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007), por lo cual Ohno debió enfocarse en adaptar algunos conceptos y técnicas de la producción en masa al contexto de Toyota.

Aunque Toyota no tenía las condiciones necesarias para implementar líneas de ensamblaje, sus directivos estaban decididos a implementar el concepto de flujo continuo de los materiales a través de los procesos y el desarrollo de un sistema basado en el flujo de una sola pieza entre estaciones, que les permitiera ser lo

suficientemente flexibles para responder a los cambios en la demanda del consumidor (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007).

De la mano con las lecciones tomadas del Fordismo, el Sistema de Producción de Toyota (TPS, por su sigla en inglés) implementó diversas ideas traídas de Estados Unidos como el “sistema de halar”, el cual fue desarrollado al replicar en las plantas de producción de Toyota la manera en que se abastecen las góndolas y vitrinas en los supermercados, ya que este procedimiento consiste en suministrar los artículos individualmente a medida que estos disminuyen su nivel de existencia de acuerdo con la demanda de los clientes.

Asimismo, años más tarde Toyota tomó las enseñanzas de W. Edwards Deming, pionero americano de la calidad, quien estimuló a los japoneses a adoptar el sistema para resolución de problemas conocido como Ciclo Deming o Ciclo de Planear – Hacer – Revisar – Actuar, como soporte para el mejoramiento continuo, conocido como Kaizen, el cual se ha convertido en una filosofía integral que procura la perfección y el mantenimiento del sistema de Producción en Toyota, contribuyendo significativamente a alcanzar la meta de la manufactura esbelta que consiste en eliminar todos los desperdicios en el proceso (Ballesteros Silva, 2008)

A pesar de que el sistema de producción de Toyota demostró ser muy competitivo, no fue sino hasta 1973, después de la crisis petrolera, que las ideas de Toyota fueron acogidas por otras compañías gracias a una serie de seminarios impartidos por el gobierno japonés con el fin de replicar el éxito de Toyota. Aunque los conceptos desarrollados bajo el marco del sistema de producción de Toyota se siguieron diseminando por Europa y Estados Unidos, solo hasta 1990 el término de “Manufactura Esbelta” fue inventado por un grupo de estudio del Massachusetts Institute of Technology e introducido en el libro “The Machine That Changed The World³”.

³ The Machine That Changed The world fue publicado por primera vez en 1990 y escrito por James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Roos.

1.1.2 ¿Qué es la Manufactura Esbelta?

A pesar de que el término “manufactura esbelta” ha sido tratado extensamente en la literatura no existe todavía una definición clara de este concepto (Pettersen, 2009). Sus definiciones varían de un autor a otro, ya que la manufactura esbelta puede ser vista desde una perspectiva gerencial centrada en la filosofía (principios y objetivos) y desde una perspectiva operativa, vista como un conjunto de herramientas y técnicas de producción (Shah & Ward, 2007).

Dentro de la perspectiva operativa, la manufactura esbelta implica la implementación de una serie de herramientas productivas y técnicas enfocadas a la reducción de los desperdicios dentro de los procesos de producción y a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, asegurando el flujo continuo de materiales y productos, evitando la generación de grandes volúmenes de inventario (de Treville & Antonakis, 2006), mientras la perspectiva gerencial considera las interrelaciones de estas prácticas para mejorar de manera global la calidad y productividad a lo largo de toda la cadena de valor de la compañía buscando crear una cultura de mejoramiento continuo.

De acuerdo con estas dos perspectivas se puede definir la manufactura esbelta como una filosofía de gestión compuesta por varias herramientas administrativas basadas en el concepto de mejora continua cuyo principal objetivo es eliminar o reducir los desperdicios (o “muda”, la palabra japonesa para desperdicio) y mejorar las actividades que agregan valor al producto desde la perspectiva de los clientes, entendiendo por valor todo aquello por lo cual los clientes están dispuestos a pagar.

1.1.2.1 Principios de la manufactura esbelta.

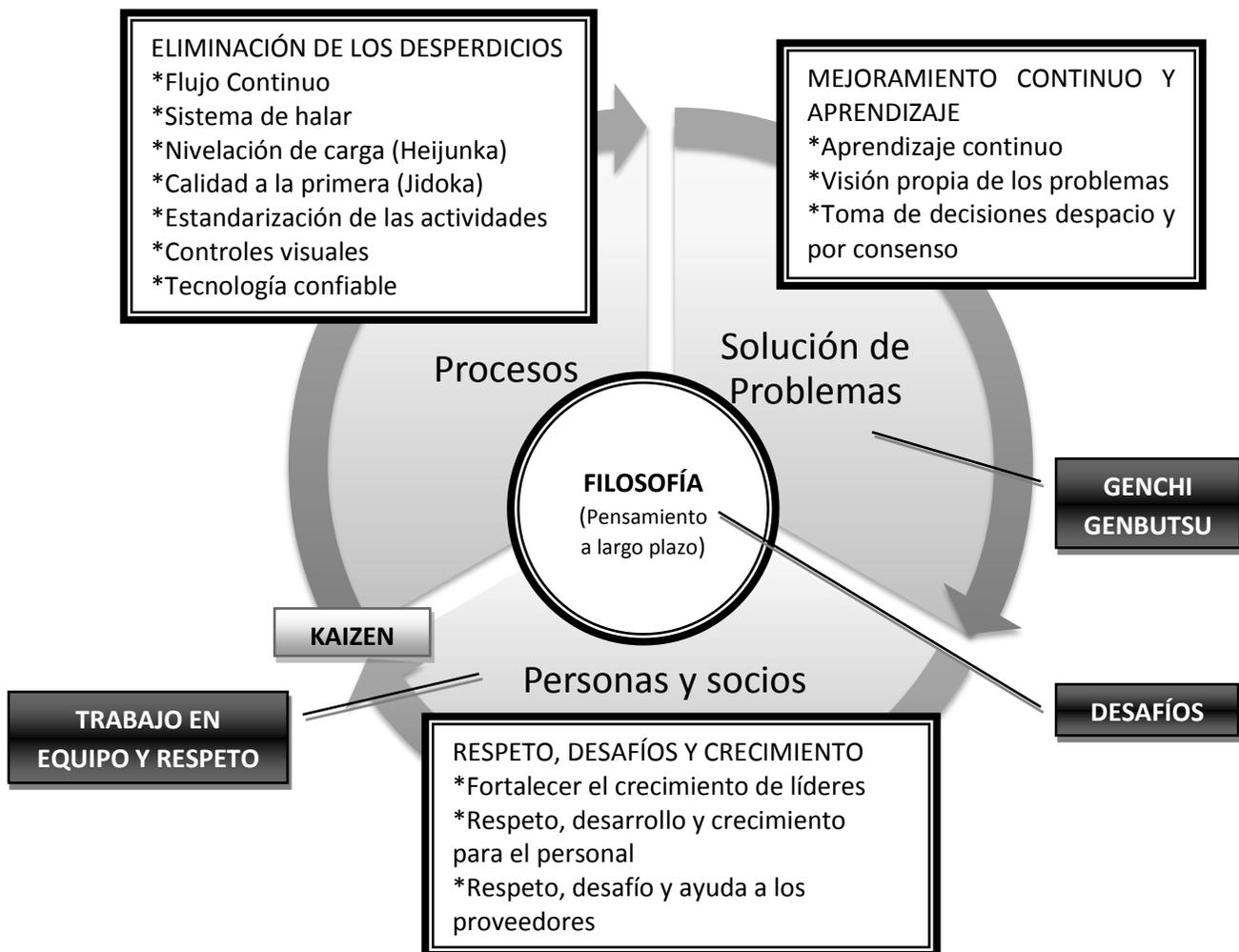
Liker (2004) en su libro “The Toyota Way” enuncia los 14 principios que sustentan el modelo de Toyota, los cuales son:

1. Basa tus decisiones administrativas en una filosofía a largo plazo, aún a expensas de objetivos financieros a corto plazo.
2. Crea un flujo continuo en los procesos para traer los problemas a la superficie.

3. Usa “sistemas de halar” para evitar la sobre producción.
4. Nivelas la carga de trabajo (heijunka) – Trabaja como la tortuga no como la liebre.
5. Crea un cultura en la que las personas se detengan para arreglar los problemas, con el fin de obtener una calidad adecuada desde la primera vez (jidoka).
6. La estandarización de las tareas y los procesos es la base para el mejoramiento continuo y el empoderamiento (empowerment) de los trabajadores.
7. Usa el control visual para que ningún problema se pueda esconder.
8. Utiliza solamente tecnología confiable y probada que ayude a tus procesos y tu gente.
9. Desarrolla líderes que comprendan el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás.
10. Desarrolla personal y equipos excepcionales que sigan la filosofía de tu empresa.
11. Respeta a tu equipo de socios y proveedores desafiándolos y ayudándolos a mejorar.
12. Ve y mira por tí mismo para comprender la situación (genchi genbutsu).
13. Toma las decisiones lentamente y por consenso, tomando en cuenta todas las opciones; impleméntalas rápidamente (nemawashi).
14. Conviértete en una organización que persigue el aprendizaje por medio de la reflexión (hansei) y el mejoramiento continuo (kaizen).

Estos 14 principios están clasificados en cuatro categorías y son conocidas en la literatura como el “modelo de las 4P’s de Toyota”, debido a que todas ellas empiezan por la letra p en el idioma inglés (philosophy, process, people and partners, y problem solving).

Figura 2: El modelo de las 4p de Toyota



Fuente: Elaboración propia basado en Liker (2004)

1.1.2.2 *Los tipos de desperdicios en la manufactura esbelta*

Desde sus inicios, el principal objetivo de la manufactura esbelta siempre ha sido el incremento de la productividad y la disminución de los costos a través de la eliminación sistemática de los desperdicios generados en las compañías, por lo cual la identificación de estos desperdicios ha sido un factor determinante en el desarrollo de esta filosofía de gestión.

A lo largo de la literatura los desperdicios han sido clasificados principalmente en siete categorías (Womack, Jones, & Ross, 1990; Ohno , 1995), las cuales se describen a continuación:

- Defectos: los defectos en la calidad del producto o servicio originan reprocesos, devoluciones y pérdida de materia prima; una de las causas de este desperdicio es la falta de estandarización de procesos y de actividades.
- Espera: este desperdicio es ocasionado principalmente por la falta de planificación del mantenimiento de los equipos y máquinas, la no disponibilidad de partes o materiales, cargas de trabajo desbalanceadas y una programación de producción deficiente.
- Movimiento: este desperdicio es causado por movimientos innecesarios que deben realizar los trabajadores, debido un mal diseño de la planta de producción y de los puestos de trabajo. Estos movimientos innecesarios pueden producir fatiga y cansancio, generando bajos niveles de producción.
- Inventario: los excesos de inventario de materiales, productos en proceso y productos terminados esconden diferentes problemas como cargas de trabajo desbalanceadas, incumplimiento de las entregas por parte de los proveedores, tiempos inactivos de los equipos o máquinas y largos tiempos de alistamiento; fuera de esto generan grandes pérdidas a la compañía porque representan grandes inversiones de dinero que están quietas.

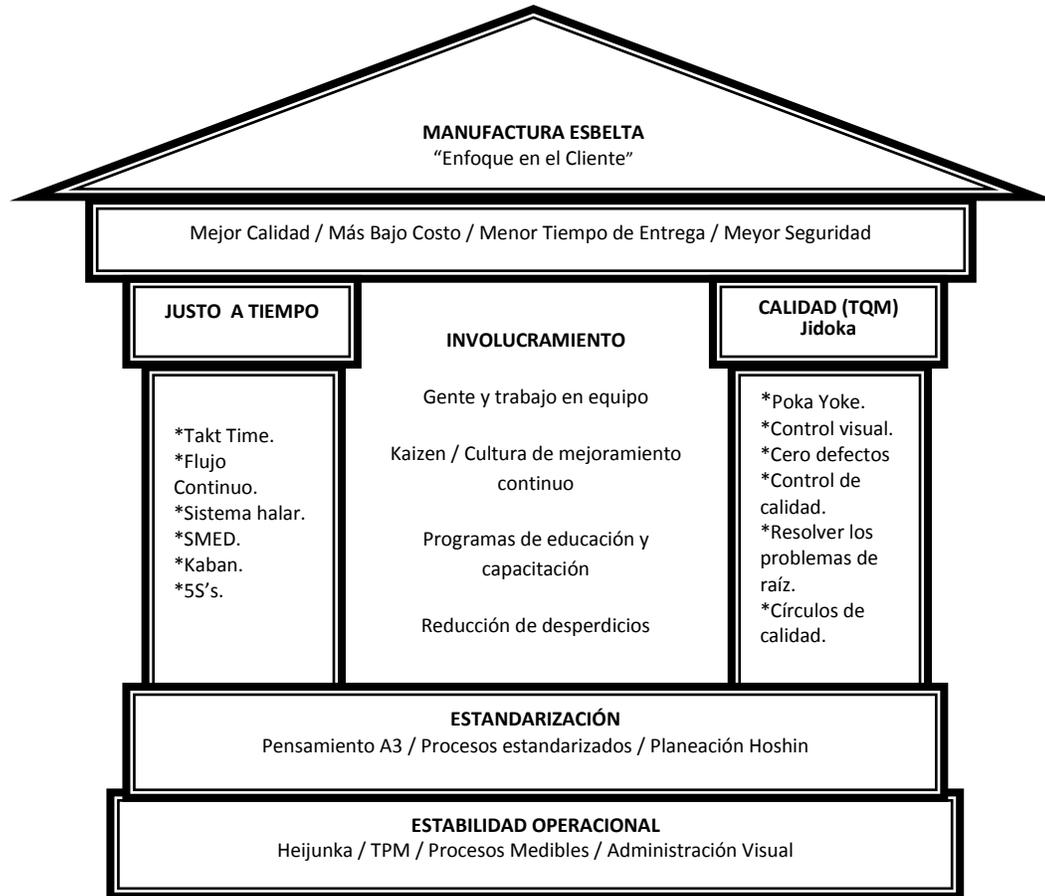
- Transporte: el transporte innecesario de materiales, partes o productos es un desperdicio que genera sobrecostos en el producto final y es causado generalmente por un mal diseño de la planta y del proceso de fabricación.
- Reproceso: este desperdicio aparece cuando un producto defectuoso debe ser reacondicionado o reparado.
- Sobreproducción: este desperdicio se genera principalmente cuando se elaboran productos que no han sido ordenados a causa de no tener implementado un “sistema de halar”, lo cual produce inventarios en exceso de productos terminados.

Además de estos siete tipos de desperdicios, en la última década se ha empezado a hablar de dos nuevos tipos de desperdicios; el primero ha sido identificado como “creatividad de los empleados no utilizada”, que de acuerdo con Liker (2004) se presenta cuando no se motiva a los empleados para que participen activamente en los procesos de mejora continua o cuando se desaprovechan las habilidades y capacidades de estos al designarles tareas que no representen desafíos y no generen un crecimiento o desarrollo, y el segundo ha sido denominado “desperdicio ambiental” el cual abarca la generación de residuos sólidos y sustancias peligrosas, así como también, el uso excesivo de materiales, agua y energía (Kidwell, 2006).

1.1.2.3 La casa de la manufactura esbelta

La “Casa de la manufactura esbelta” (Figura 3) es un diagrama que se ha convertido en uno de los símbolos más representativos de la manufactura esbelta, el cual muestra una analogía entre la filosofía de la manufactura esbelta y el sistema estructural de una casa; en el entendido que, la casa es fuerte solo si el techo, los pilares y las bases son fuertes, toda vez que una pieza débil debilitara a todo el sistema.

Figura 3: Casa de la Manufactura Esbelta



Fuente: elaboración propia basado en (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007; Dennis, 2002)

Bajo esta representación, se puede decir que la casa de la manufactura esbelta se erige sobre dos pilares; el primero llamado "Gestión de la Calidad Total" y el segundo "Justo a Tiempo". Estos dos conceptos son primordiales dentro de la manufactura esbelta, ya que abarcan los conceptos fundamentales de esta y desarrollan una serie de herramientas y técnicas que están encaminadas a la consecución de los principales objetivos de la manufactura esbelta. Estas dos prácticas de la manufactura esbelta se encuentran dentro del marco del mejoramiento continuo y promueven el involucramiento de los trabajadores, enfocándose principalmente en la satisfacción del cliente y en la disminución tanto los desperdicios como las actividades que no agregan valor.

1.1.3 Gestión de la Calidad Total

Dentro del desarrollo histórico del concepto de calidad se pueden distinguir cuatro etapas, tal como se observa en la siguiente figura (Dale, 1999; Kanji & Ascher, 1993; Bergman & Klefsjö, 2003).

Figura 4: Etapas de desarrollo histórico de la calidad



Fuente: Elaboración propia; adaptado de Dale (1999).

La primera etapa de evolución de la calidad se caracterizó por el desarrollo de estándares y el enfoque en los procesos de medición, inspección (100% de los productos), clasificación de productos (conformes y no conformes) y reparación de los productos defectuosos. Muchos de los conceptos utilizados en la actualidad en los procesos de control de la calidad se desarrollaron durante esta primera etapa y fueron enunciados por Shewhart en su libro “Economic Control of Quality of Manufactured Product”, publicado en 1931.

Shewhart (1931) desarrolló poderosas técnicas para el control, monitoreo y evaluación de la calidad de los productos manufacturados y sugirió diferentes formas para mejorar la calidad en las fábricas. Su mayor contribución fue el desarrollo del “cuadro

de control” de Shewhart, el cual sentó las bases del proceso estadístico de control (SPC, por su sigla en inglés) (Yusof, 1999).

La siguiente etapa estuvo marcada por el desarrollo del control estadístico de la calidad gracias a los aportes de Harold Dodge y Harry Roming, quienes desarrollaron las primeras técnicas de muestreo cambiando el concepto de “inspección del 100%”. Este avance en la calidad permitió reducir el cuello de botella que representaba el área de inspección en las empresas, y trajo consigo algunos beneficios en la calidad de los productos (Garvin, 1988).

Sin embargo, no fue hasta la llegada del “aseguramiento de la calidad” que este concepto dejó de verse como una función supeditada a las operaciones de producción y empezó a mirarse desde una perspectiva de gestión, produciendo un gran cambio en las funciones de los departamentos de calidad, ya que durante esta etapa se abarcaron diferentes funciones (de marketing, diseño, compras, mantenimiento, ventas y servicios) bajo los parámetros de la calidad (Yusof, 1999).

La etapa de “gestión de la calidad total” se desarrolló bajo la influencia de los gurús de la calidad, como Deming, Ishikawa, Juran, Crosby y Feigenbaum, y se caracterizó por ver la calidad como una filosofía de gestión que abarca todos los niveles de la empresa y cuyo principal objetivo era satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

El concepto de Calidad Total y el término Gestión de la Calidad Total (TQM, por su sigla en inglés) fueron introducidos al mundo de los negocios en occidente por Armand Feigenbaum en 1957, en su libro “Total Quality Control”. En este, TQM fue definido como un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en el desarrollo y mantenimiento de la calidad, realizados por los diversos grupos de la organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos, y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes.

Sin embargo, debido a que el desarrollo de este concepto estuvo determinado por los aportes de diferentes autores, desde sus inicios hasta hoy se han desarrollado diferentes definiciones. Por ejemplo, TQM fue definida por la Oficina Federal Americana de Gestión Presupuestal como “un enfoque organizacional total para

conocer las necesidades y expectativas de los clientes que involucra a todos los gerentes y empleados en el uso de métodos cuantitativos para mejorar continuamente los procesos de la organización, productos y servicios " (Milakovich, 1990, p. 209).

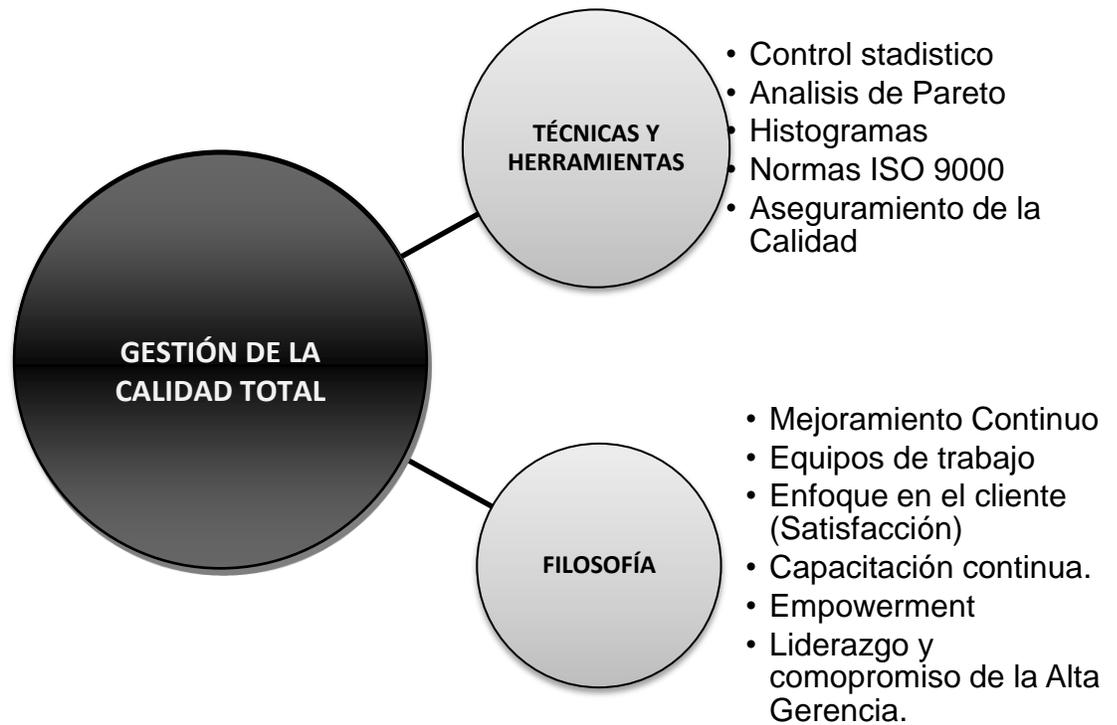
Así mismo, de acuerdo con la norma BS 7850, TQM es "una filosofía de gestión y un conjunto de prácticas que tienen como objetivo aprovechar los recursos materiales y humanos de una organización en la forma más eficaz para alcanzar los objetivos de la organización" (Yusof, 1999, p. 58)

De otra parte, muchos autores han sustentado que TQM es una cultura. Dentro de este enfoque, Sashkine & Kiser (1993) definen TQM como una cultura corporativa que está definida por el cliente y busca constantemente el objetivo de la satisfacción de este, a través de un sistema integrado de herramientas técnicas y políticas de capacitación en un marco de mejoramiento continuo de los procesos de la organización, buscando mejorar la calidad de los productos y servicios. Igualmente, Berry (1991) define el proceso de TQM como un enfoque de gestión de las empresas que busca cumplir y exceder las expectativas de los clientes reduciendo significativamente los costos derivados de la mala calidad mediante la adopción de una nueva cultura corporativa.

Asimismo, Kanji (1990) define TQM como:

"el estilo de vida de una empresa comprometida con la satisfacción de sus clientes a través del mejoramiento continuo. Este estilo de vida varía de organización a organización y de un país a otro, pero tiene ciertos principios que pueden ser implementados para asegurar la cuota de mercado, aumentar las ganancias y reducir los costos".

De todas estas definiciones podemos deducir que TQM está compuesto por dos dimensiones: las herramientas y técnicas (parte dura), y los conceptos y principios de gestión (filosofía – parte suave) (Psychogios & Constantinos-Vasilios, 2007), como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5: Las dimensiones de la Gestión de la Calidad Total

Fuente: Elaboración propia; basado en Psychogios & Constantinos-Vasilios (2007) y Yusof (1999)

Los principios de TQM han sido descritos por muchos autores a lo largo de la literatura e incluyen elementos tales como el liderazgo y compromiso de la Alta Gerencia, el involucramiento de todos los empleados de la organización, el enfoque en el cliente, los programas de capacitación, grupos de trabajo, mejoramiento continuo y cultura (Yusof, 1999; Reed, Lemak, & Neal, 2000; Psychogios & Constantinos-Vasilios, 2007). En la tabla 1 se presentan las percepciones de los principales autores en el campo de la calidad con respecto a algunos de estos principios.

Tabla 1: Percepción de los principales autores de la calidad sobre los principios de TQM

Concepto / Autor	Crosby	Deming	Feigenbaum	Ishikawa	Juran
Satisfacción del cliente	Los niveles de madurez de una empresa conocidos como "Maturity grid" provienen de la satisfacción del cliente.	Los clientes definen la calidad, y ellos son la parte más importante de la línea de producción.	La calidad es lo que el cliente diga que es, y la satisfacción del cliente es la parte más importante de la gestión de la calidad.	El control de la calidad total esta orientada a la satisfacción del cliente.	La satisfacción del cliente genera un aumento en la cuota de mercado y por ende una mayor rentabilidad.
Liderazgo y compromiso de la alta gerencia	El liderazgo de la Alta Gerencia es demostrado por la actitud y participación de sus miembros en los procesos de calidad.	El trabajo de la Alta Gerencia en el desarrollo de la calidad es el "liderazgo" para mostrar su constancia en el propósito de enfocarse en la calidad.	Los procesos de implementación de la calidad requieren del compromiso de la Alta Gerencia.	El compromiso de la Alta Gerencia debe ser demostrado por la adopción del papel de líderes en los procesos de implementación de la calidad en la empresa.	Una de las tareas principales de la Alta Gerencia es la motivación, lo cual incluye la participación activa de esta en los programas de calidad.
Programas de educación y formación	Los programas de capacitación son una herramienta poderosa para interiorizar los conceptos de calidad dentro de las organizaciones, por lo cual estos programas de educación y formación se deben hacer de manera constante.	Deben desarrollarse programas continuos de formación para que los empleados desarrollen nuevos conocimientos y habilidades, y al mismo tiempo se deben crear instrumentos para medir la eficiencia de este tipo de programas.	Los programas de formación y educación de los empleados son dos pilares fundamentales para desarrollar del compromiso total con la calidad.	Debido a que el control total de la calidad, es una revolución en la forma de ver la calidad, los programas de capacitación y formación de todos los empleados de la compañía son un factor fundamental para el desarrollo de este tipo de programas	Para hacer que la calidad tenga lugar dentro de la compañía, los programas de formación deben incluir a todos los empleados; el propósito de los programas de capacitación debe ser crear o actualizar los conocimientos de todos.

Fuente: Adaptado de Reed, Lemak, & Neal (2000)

Tabla 1 (Continuación): Percepción de los principales autores de la calidad sobre los principios de TQM

Concepto / Autor	Crosby	Deming	Feigenbaum	Ishikawa	Juran
Grupos de Trabajo	Deben existir equipos de gestión de la calidad para desarrollar los procesos de comunicación interna y comités de calidad para desarrollar los procesos de comunicación externa.	La creación de equipos de trabajo interdisciplinarios puede generar mejoras en los productos con respecto a la calidad, el servicio o la reducción en costos.	Los comités de control de calidad deben contar con representantes de todas las áreas funcionales de la empresa.	Los comités interdisciplinarios para la gestión de la calidad facilitan el desarrollo responsable de los procesos de aseguramiento de la calidad.	Los principales proyectos de mejora de la calidad en las organizaciones generalmente tienen una naturaleza interdisciplinaria por lo cual exige la conformación de grupos multifuncionales o interdisciplinarios para su desarrollo.
Cultura de la Calidad	El compromiso con la calidad implica desarrollar una fuerte creencia en los empleados de la importancia de la calidad en cuanto a la excelencia de la mano de obra, el buen diseño y los servicios.	La implementación de una nueva filosofía de calidad debe hacerse por medio de procesos que disminuyan la resistencia al cambio e inculquen el orgullo derivado de una excelente calidad.	El control de la calidad exige una nueva mentalidad de la calidad en todos los niveles de la empresa, desde la alta gerencia hasta los niveles operativos; por lo cual se hace necesario crear nuevos canales de comunicación y espacios de participación.	La calidad total exige la participación de toda la organización; donde no hay participación de los empleados dentro de los círculos de calidad, no hay calidad total.	El cambio a un sistema de calidad total significa cambiar los patrones culturales actuales; por lo cual pueden desarrollarse procesos de resistencia al cambio.

Fuente: Adaptado de Reed, Lemak, & Neal (2000)

De acuerdo con lo descrito anteriormente podemos decir que TQM no es simplemente un sistema técnico que busca mejorar la calidad dentro de las empresas, sino un filosofía de gestión integrada por un conjunto de métodos, herramientas y prácticas que provee un marco para que las empresas busquen la satisfacción de las necesidades y expectativas tanto del cliente externo como interno con el apoyo y liderazgo de la Alta Gerencia, soportada en programas continuos de capacitación a los empleados, el involucramiento de todos los niveles de la compañía y el mejoramiento continuo, que permitan crear una cultura que propenda por la búsqueda de la excelencia.

1.1.4 Justo a Tiempo

Uno de los principales problemas en la literatura de Justo a tiempo (JIT, por su sigla en inglés) es la falta de consenso con respecto a la interpretación y definición de este concepto. Así, su significado puede variar desde un enfoque centrado en la reducción de los inventarios y la eliminación de los desperdicios, hasta el enfoque de sistema de producción (sistema de halar) (Ramarapu, Mehra, & Frolick, 1995) que busca conseguir un flujo continuo de una sola pieza. Adicionalmente, en la literatura se observa que algunos autores interpretan JIT como un grupo de técnicas y herramientas de producción y distribución, mientras otros lo contemplan como una filosofía de gestión.

White y Prybutok (2001) definieron JIT como un sistema de producción cuyo principal objetivo es mejorar continuamente la calidad, productividad y flexibilidad de las empresas. En pocas palabras, se puede entender que JIT es una filosofía de gestión que tiene como principio básico “que los clientes sean servidos justo en el momento preciso, exactamente en la cantidad requerida, con productos de máxima calidad y mediante un proceso de producción que utilice el mínimo de inventario posible y que se encuentre libre de cualquier despilfarro o costo innecesario” (Domínguez Machuca, García González, Domínguez Machuca, Ruiz Jiménez, & Álvarez Gil, 1995, p. 202).

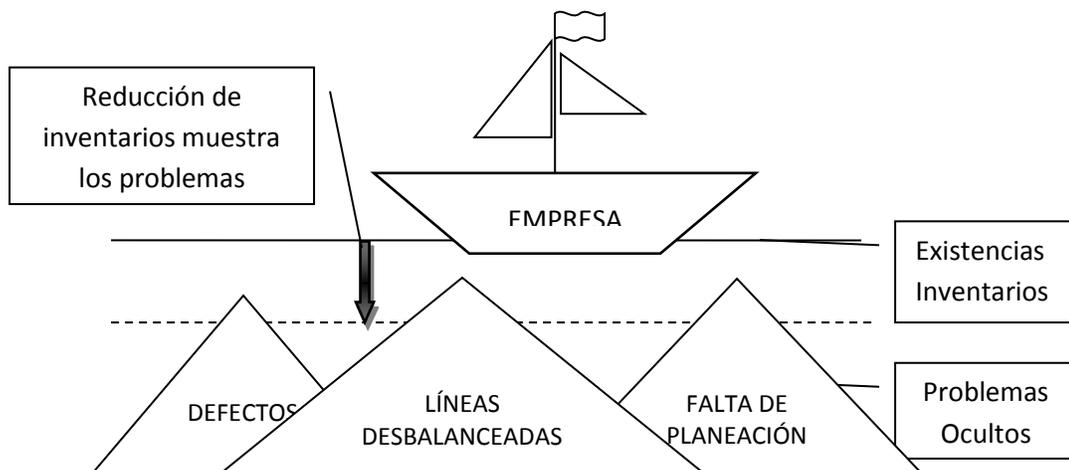
En el sistema ideal de JIT el nivel de inventario entre estaciones de producción es de una pieza, para lo cual JIT busca un sistema de producción estructurado, de tal manera que la distribución en planta facilite el manejo de lotes pequeños de

producción, permitiéndole una alta flexibilidad que le facilite responder rápidamente a los cambios de la demanda.

Dentro de este propósito, uno de los aspectos interesantes es la forma como la filosofía de JIT visualiza el problema de los inventarios. En la Figura 6, se propone ver a la empresa como un barco que navega por un río tranquilo cuyo fondo está lleno de rocas filosas que representan las causas de los problemas que, a causa de la cantidad de agua (que representa el nivel de inventarios), no pueden ser detectadas desde el barco.

Cuando las empresas no tienen el enfoque de cero inventario de la manufactura esbelta los problemas como: el desbalanceo de líneas de producción, maquinas inactivas por falta de planeación del mantenimiento, reprocesos por defectos de calidad, entre otros, no pueden ser visualizados por la dirección, debido a que cuando estos se presentan su impacto negativo es minimizado debido a los altos niveles de inventario, ya que estos evitan que el sistema productivo se pare o se generen incumplimientos en las entregas debido a los problemas existentes dentro de la organización.

Figura 6: Analogía del nivel de Inventarios JIT



Fuente. Elaboración propia

No obstante, cabe aclarar que bajo las condiciones reales este óptimo (de cero inventarios y flujo de una sola pieza) es imposible de conseguir debido a la naturaleza estocástica de la demanda y los tiempos de procesamiento (Baykoq & Erol, 1998).

Para conseguir sus objetivos, tales como el flujo continuo, la disminución de los inventarios, el aumento de la flexibilidad del sistema de producción y la disminución de los tiempos de procesamiento, JIT se vale de una serie de técnicas y herramientas. Una de ellas es el sistema Kanban, el cual es un sistema de información que es usado para controlar el número de partes que serán producidas en cada proceso (Monden, 1998). Un kanban es una tarjeta que contiene la información de la cantidad de piezas a producir en una determinada estación y el inventario de materiales necesarios para cumplir con dicha orden. En las industrias estas tarjetas son usadas principalmente para generar señales de reaprovisionamiento de cada estación a medida que estas consumen sus insumos para evitar tener grandes volúmenes de piezas y productos en proceso.

Otra de las bases del sistema JIT es la nivelación de las líneas de producción (Heijunka), ya que es la condición más importante para la instalación de sistemas kanban y al mismo tiempo permite disminuir los tiempos de inactividad del recurso humano y los equipos dentro de la fábrica.

Dentro de la filosofía de JIT el proceso anterior entrega al proceso siguiente las piezas en el momento necesario y en la cantidad requerida; bajo esta regla de producción, si el proceso anterior entrega las piezas de manera fluctuante con respecto a la cantidad y al tiempo, la siguiente estación deberá proveerse de una gran cantidad de inventario para poder subsanar las fluctuaciones del proceso anterior y no tener grandes periodos de tiempos improductivos (Monden, 1998), por lo que un requisito para que la implementación de JIT sea exitosa es realizar el balanceo de las líneas de producción para evitar grandes fluctuaciones entre los diferentes procesos.

Aparte de esto, JIT utiliza los tiempos cortos de alistamiento (SMED, por su sigla en inglés) para poder producir diferentes tipos de productos en periodos cortos de tiempo. La herramienta SMED se centra en realizar la mayor parte de las actividades de una operación de cambio de trabajo mientras la máquina está trabajada, lo cual reduce el

tiempo muerto provocado por el proceso de alistamiento cuando se va a producir un producto diferente. Esta reducción de los tiempos muertos aumenta la flexibilidad de la planta y garantiza afrontar las variaciones del mercado. Fuera de esto permite el redimensionamiento de lotes, hasta el punto de poder ajustar la producción a un modelo de lote a lote, logrando una aproximación a la utopía de “cero inventario” (Restrepo Correa, Medina, & Cruz, 2009).

Para finalizar, cabe enunciar que uno de los principales enfoques de JIT es la idea del flujo continuo (o, flujo de una sola pieza), el cual consiste en “mover uno, hacer uno (o mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote). Este concepto es crítico dentro de la filosofía de la manufactura esbelta para asegurarse de que nunca se hará más de los productos que se hayan demandado; de esta forma se producirá exactamente la cantidad que el cliente requiere (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007), garantizando que no existirán grandes cantidades de inventario de materiales, producto en proceso o producto terminado.

Con base en lo expuesto anteriormente podemos definir JIT como una filosofía de producción que busca entregar al cliente la cantidad de producto requerida, en el momento justo, con la calidad exigida, bajo el marco del mejoramiento continuo y haciendo uso de un grupo de herramientas de producción y gestión que le permiten disminuir los tiempos de respuesta a los cambios de demanda y el nivel de inventarios.

1.2 Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento

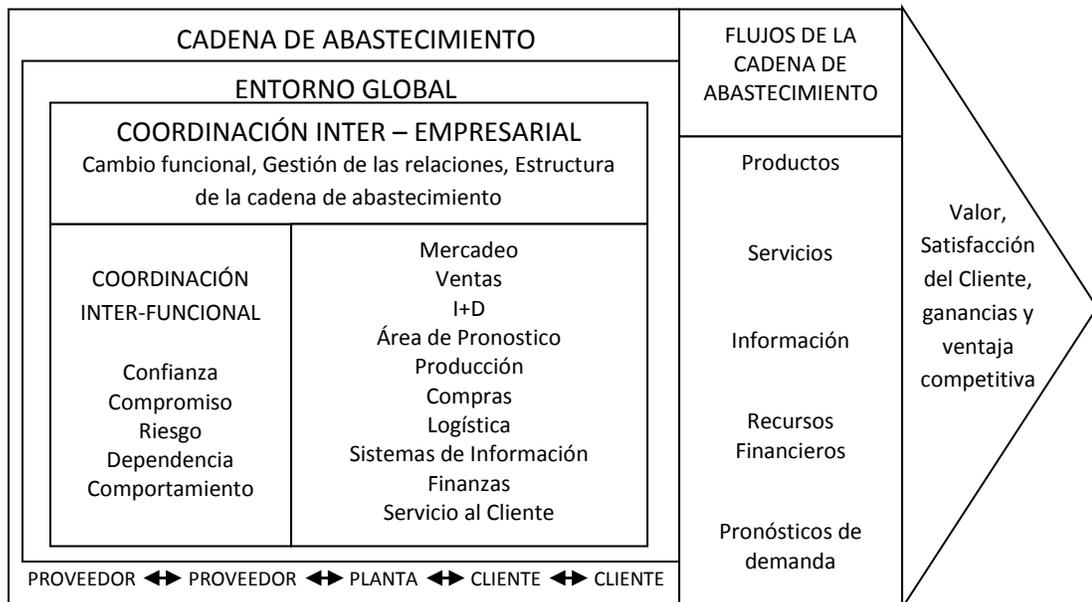
1.2.1 Gestión de la Cadena de Abastecimiento

Una *cadena de abastecimiento* es una red de empresas integrada por proveedores, fabricantes, distribuidores y vendedores (mayoristas y minoristas) que realizan las funciones de adquisiciones de materias primas, transformación de materias primas en productos (intermedios o terminados) y la distribución de los productos terminados a los clientes finales, caracterizada por un flujo de avance de los materiales y un flujo de información hacia atrás (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2008).

Durante las últimas décadas las empresas han mostrado un creciente interés por la gestión eficiente de la cadena de abastecimiento. Esto se debe a que la globalización ha obligado a las empresas a buscar formas eficaces de coordinar los flujos de materiales dentro y fuera de la empresa, debido a que hoy en día se compite sobre la base de tiempo y calidad (Mentzer, et al., 2001a).

Por estas razones, el término *Gestión de la Cadena de Abastecimiento* (SCM, por su sigla en inglés) ha ganado gran popularidad dentro del mundo académico y empresarial a lo largo de las últimas décadas. A pesar de esto, sigue existiendo una considerable confusión en cuanto a su significado. Algunos autores lo definen en términos operacionales, que relacionan los flujos de materiales y productos, mientras que otros lo ven como una filosofía de gestión o como un proceso de la gestión (Tyndall, Gopal, Partsch, & Kamauff, 1998). Sin embargo, una de las definiciones de SCM más citada es la enunciada por Mentzer, et al., (2001b, p. 22), quienes argumentan que: “La Gestión de la Cadena de Abastecimiento comprende la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio dentro de cada empresa y a través de todas las empresas que conforman la cadena de abastecimiento, con el objetivo de mejorar el rendimiento a largo plazo de cada empresa y de la cadena de abastecimiento en conjunto” esta definición es el resultado de una extensa revisión de la literatura y esta sintetizada en la siguiente figura.

Figura 7: Modelo de la Gestión de la Cadena de Abastecimiento



Fuente: Mentzer, et al., (2001b)

1.2.2 Gestión del Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento

La *Gestión del Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento* (GSCM, por su sigla en inglés) es una práctica que durante las últimas décadas ha incrementado su difusión dentro de las diferentes empresas que buscan mejorar su desempeño ambiental (Testa & Iraldo, 2010). Debido a esto, cada vez más las empresas están reconociendo que la gestión ambiental es un factor clave en el mejoramiento del rendimiento organizacional (Diabat & Govindan, 2011), por ejemplo, hasta el año 2006, más de 40.000 empresas habían implementado la ISO 14001, un sistema estándar de gestión ambiental (Zhu & Sarkis, 2006), lo que muestra que el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento se ha convertido en una creciente preocupación para las empresas y un reto para la logística del siglo XXI (Diabat & Govindan, 2011), generando un creciente interés dentro de comunidad investigadora y los profesionales de la cadena de abastecimiento.

La emergencia de GSCM se da al tiempo que se hacen más notorios la disminución de los recursos naturales de donde se extraen las materias primas, el incremento en los flujos de residuos y el aumento en los niveles de contaminación (Srivastava, 2007). Sin embargo, no se trata solamente de ser amigables con el medio ambiente, sino que se busca también aumentar los beneficios para las industrias derivados de la implementación de GSCM. Así, se ha visto el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento como un impulsador del valor agregado del negocio y no exclusivamente como un generador de costos (Wilkerson, 2005). La implementación de prácticas ambientales dentro de la cadena de abastecimiento puede ser influida por razones comerciales o económicas, al buscar obtener una ventaja competitiva derivada de la preocupación de las empresas por el medio ambiente (Testa & Iraldo, 2010).

Fuera de esto, diferentes estudios han encontrado que la presión ejercida por los entes reguladores y los consumidores está impulsando la adopción de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento (Delmas & Toffel, 2004; Zhu & Sarkis, 2007; Darnall, Jolley, & Handfield, 2008; Nawrocka, 2008). Por lo tanto, el

enfoque de GSCM está cambiando de la supervisión *a posteriori* de los programas generales de gestión a prácticas más proactivas mediante el uso de diversas *Rs* (reducir, reutilizar, recuperar, reciclar, remanufacturar, o logística de reversa) (Srivastava, 2007). La cuestión en particular es cómo aumentar la conciencia ambiental empresarial incorporando la prácticas de gestión ambiental dentro de todas las actividades a lo largo de la cadena de abastecimiento (Zhu, Sarkis, & Lai, 2008).

De acuerdo con Zhu y Sarkis (2004) y Zhu, Sarkis y Lai (2008), el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento abarca una serie de prácticas de gestión ambiental que son útiles dentro de la gestión logística. Un ejemplo de esto es la reducción de envases, empaques y de desechos; la evaluación de proveedores basados en el rendimiento ambiental; el desarrollo de productos más amigables con el medio ambiente; y, la reducción de las emisiones de carbono asociadas con el transporte de mercancía (Walker, Di Sisto, & Mcbain, 2008).

1.2.2.1 Definiciones del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento

Dentro de la literatura existen varias definiciones de la gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento que se han planteado durante las últimas décadas.

Por ejemplo, GSCM se asocia a la forma en que las innovaciones en la gestión de la cadena de abastecimiento y las compras pueden ser consideradas dentro del contexto del medio ambiente (Green, Morton, & New, 1996, p. 188). La gestión ambiental de la cadena de abastecimiento consiste en la participación de la función de compras en las actividades que incluyen la reducción, el reciclaje, la reutilización y la sustitución de materiales (Narasimhan & Carter, 1998, p. 6) Asimismo, GSCM puede ser considerada como la práctica de controles y mejoras del desempeño ambiental en la cadena de abastecimiento (Godfrey, 1998, p. 244).

De acuerdo con Gilbert (2001), el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento es un proceso mediante el cual se incorporan criterios o inquietudes ambientales dentro de las decisiones de compra de la organización y relaciones a largo plazo con los proveedores.

Kogg (2003) muestra la definición de la gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento dada por Zsidisin y Siferd (2001) como “el conjunto de las políticas de gestión de la cadena de suministro, las acciones tomadas y las relaciones creadas en respuesta a las preocupaciones relacionadas con el medio ambiente en lo que respecta a el diseño, adquisición, producción, distribución, uso, re-uso y disposición final de los bienes y servicios de la empresa”. Srivastava (2007) define GSCM como “la integración de conceptos medioambientales dentro de la gestión de la cadena de abastecimiento, incluyendo procesos como, el eco-diseño, selección de materiales de aprovisionamiento y procesos de fabricación, la entrega del producto final a los consumidores, así como la gestión al final de ‘su vida útil’, incluyendo algunos procesos como la logística de reversa y la minimización de residuos”.

Según otros autores, GSCM no es un simple esfuerzo concertado de todas las partes de la empresa en beneficio del desempeño ambiental, sino más bien una mejora consistente y global del comportamiento ambiental de todos los niveles de gestión y en la planta de producción (Davies & Hochman, 2007). Rettab y Ben Brik (2008) definen el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento como la gestión del enfoque que busca minimizar los impactos sociales y ambientales de los productos o servicios. De acuerdo con Zhu, Sarkis y Lai (2008), GSCM “va desde las compras verdes hasta la gestión de toda la cadena de abastecimiento, que incluye los proveedores, pasando por el fabricante, el cliente y cerrando el ciclo con el proceso de logística de reversa”.

De acuerdo con Srivastava (2007), GSCM cubre actividades tales como eco-diseño, compras verdes, operaciones verdes, enverdecimiento de los procesos de distribución y procesos de logística de reversa. Según Walker, Di Sisto y Mcbain (2008) el concepto de cadena de abastecimiento verde abarca todas las fases del ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas, pasando por los procesos de diseño, producción y distribución, hasta el uso del producto por parte de los consumidores y la disposición al final del ciclo de vida del producto.

1.2.2.2 Prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento

El concepto de cadena de abastecimiento asume toda la responsabilidad que tiene una compañía a lo largo del ciclo de vida de sus productos, incluyendo actividades como: diseño, adquisición de materias primas, manufactura, empaque, logística y distribución (Handfield, Walton, Seegers, & Melnyk, 1997; Zsidisin & Siferd, 2001).

Debido a esto existe abundante literatura sobre los distintos aspectos y facetas de GSCM, tales como diseño ecológico (Zhang, Kuo, Lu, & Huang, 1997), planificación de la producción y el control para su reutilización (Guide, Kraus, & Srivastava, 1997; Guide, Spencer, & Srivastava, 1997; Bras & Mcintosh, 1999; Guide, 2000), problemas en la fabricación verde y la recuperación del producto (Gungor & Gupta, 1999), logística de reversa (LR) (Carter & Ellram, 1998) y logística de diseño de redes (Fleischmann M. , Krikke, Dekker, & Flapper, 2000; Fleischmann, Beullens, Bloemhof-Ruwaard, & Van Wassenhove, 2001; Jayaraman, Patterson, & Rolland, 2003).

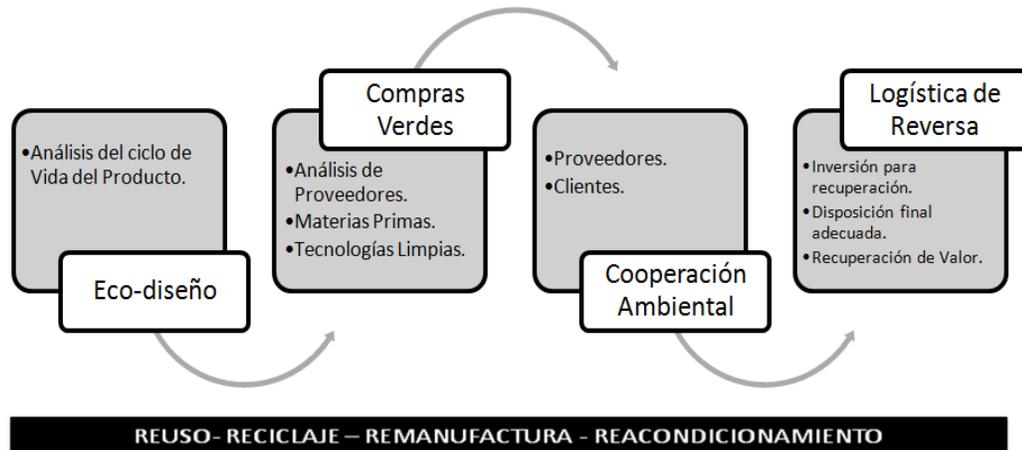
Además, Bloemhof-Ruwaard, Van Wassenhove, Hordijk y Beek, (1995) se refieren a las interacciones entre la investigación operativa y de gestión del medio ambiente; Roy y Whelan (1992) discuten el reciclaje desde el aprovechamiento de la cadena de valor; y, Min, Jayaraman, & Srivastava (1998) y Lippmann (1999) discuten los problemas de enrutamiento y elementos para el éxito en GSCM.

Durante la presenta década, los investigadores de estos temas se han cuestionado acerca de diversos asuntos relacionados con el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, tales como la consideración de las etapas del ciclo de vida del producto durante la selección del material (Kaiser, Eagan, & Shaner, 2001), el impacto de la compra verde en la selección de proveedores de las empresas (Zhu & Geng, 2001), la gestión de residuos (Theyel, 2001), el cumplimiento normativo (Min & Galle, 2001), y la manufactura y operaciones verdes (Sarkis, 2001).

De acuerdo con lo anteriormente anunciado, se puede decir que dentro de la literatura se puede distinguir un gran número de iniciativas o prácticas ambientales que pueden ser desarrolladas dentro de la cadena de abastecimiento, las cuales han sido ampliamente discutidas y son generalmente clasificadas dentro de las siguientes

categorías: compras verdes, eco-diseño, colaboración ambiental y logística de reversa, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 8: Prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento



Fuente. Elaboración propia

1.2.2.2.1 Compras Verdes

La función de compras se encuentra en una posición crítica para influir a una organización frente a su postura con el medio ambiente, debido a que esta área ha venido adquirido un papel más estratégico en las organizaciones (Zsidisin & Siferd, 2001). La integración de cuestiones ambientales con la función de compra es un tema que ha tomado fuerza a nivel académico y empresarial a lo largo de las últimas décadas, generando un gran desarrollo del concepto de *compras verdes* dentro de las diferentes organizaciones, sobre todo en los países desarrollados.

Existe un gran número de definiciones de este concepto a lo largo de la literatura (Carter & Carter, 1998; Carter, Ellram, & Ready, 1998; Mulder, 1998; Min & Galle, 2001). Sin embargo, una de las definiciones más completas fue la presentada por Zsidisin y Siferd (2001): “Las compras ambientales para una organización comprenden el conjunto de políticas, las medidas adoptadas y las relaciones creadas en respuesta a las preocupaciones asociadas con el medio ambiente; estas preocupaciones se refieren a la adquisición de materias primas (incluyendo la selección de proveedores, evaluación y desarrollo), operación de los proveedores, embalaje, distribución,

reciclaje, reutilización, reducción del uso de recursos y disposición final de los productos”.

1.2.2.2 Eco – diseño

Las primeras consideraciones de aspectos técnicos en la etapa de diseño asociados con la reducción del impacto ambiental de los productos aparecieron en la primera mitad de la década de los 80's (Overby, 1979; Lund, 1984). Al comienzo de la década de los 90's estas primeras experiencias estuvieron seguidas por una fase de comprensión de la necesidad de cuidar los recursos naturales, lo cual provocó una gran difusión de la idea de integrar demandas ambientales a los procedimientos tradicionales de diseño (Overby, 1990; Navin-Chandra, 1991). Como consecuencia de estas nuevas demandas en la etapa de diseño se dio nacimiento a un nuevo enfoque de diseño, conocido alternativamente como diseño verde, diseño para el medio ambiente o eco-diseño (Graedel & Allenby, 1995; Zhang, Kuo, Lu, & Huang, 1997), caracterizado por el objetivo de minimizar el impacto de los productos sobre el medio ambiente desde la etapa de diseño.

El Eco-diseño o Diseño para el Medio Ambiente hace referencia a las acciones que se toman durante el desarrollo del producto con el fin de minimizar el impacto ambiental generado a lo largo del ciclo de vida del producto, sin comprometer otros factores importantes del producto como rendimiento, calidad y costo (Johansson, 2002). En consecuencia, el eco-diseño es considerado una de las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, ya que este integra aspectos ambientales dentro de los procesos de diseño de producto, teniendo en cuenta todos los flujos de material en la cadena de abastecimiento (Eltayeba, Zailani, & Ramayahc, 2011). Esta consideración es de suma importancia porque la mayoría de los efectos ambientales generados durante la producción, el consumo y la disposición final son una consecuencia directa de las decisiones tomadas en el proceso de diseño (Handfield, Walton, Sroufe, & Melnyk, 2002).

Las actividades desarrolladas en la etapa de diseño pueden variar entre empresas o productos. Sin embargo, los diferentes enfoques del eco-diseño pueden ser

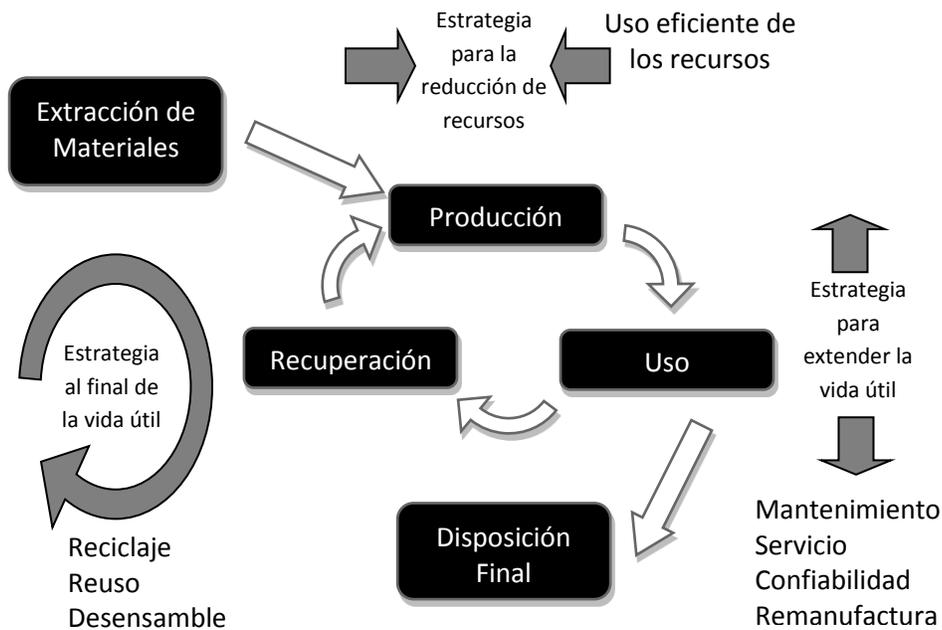
clasificados de la siguiente manera (Giudice, La Rosa, & Risitano, 2006; Eltayeba, Zailani, & Ramayahc, 2011):

- Diseño para la reducción o eliminación del uso de materiales peligrosos como plomo, mercurio, cadmio y cromo (Zsidisin & Siferd, 2001).
- Diseño para la reutilización: es un tipo de diseño que busca facilitar la reutilización de un producto o partes de este con un mínimo tratamiento al producto utilizado (Sarkis J. , 1998).
- Diseño para el reciclaje: es un tipo de diseño que facilita el desensamble del producto al final de su ciclo de vida, separando la partes de acuerdo con los materiales utilizados y reprocesando estos para una posterior reutilización (Lin, Jones, & Hsieh, 2001).
- Diseño para la remanufactura: es un tipo de diseño que facilita la reparación, los reprocesos y la renovación de productos (Beamon, 1999).
- Diseño para el mantenimiento: es un tipo de diseño que busca facilitar las tareas de mantenimiento para poder extender la vida útil de los productos (Giudice, La Rosa, & Risitano, 2006).
- Diseño para el servicio: Busca extender la vida útil de los productos, facilitando las tareas de diagnóstico, mantenimiento, reparación y demás actividades que permitan garantizar el correcto funcionamiento de los productos (Gershenson & Ishii, 1993), en términos generales este enfoque incluye el diseño para el mantenimiento.
- Diseño para la confiabilidad (Rao S. , 1992): este tipo de diseño busca generar productos confiables, los cuales mantengan su funcionalidad por un cierto periodo de tiempo.
- Diseño para el uso eficiente de los recursos, incluida la reducción de los materiales usados y el consumo de energía de un producto durante su uso; además promueve la utilización de recursos y energías renovables.

- **Diseño para el desensamblaje:** es un enfoque del diseño, cuyo objetivo es mejorar y optimizar la arquitectura del producto para facilitar la recuperación de partes y materiales.

Estos enfoques mencionados anteriormente, se enmarcan dentro de las principales estrategias del eco-diseño como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9: Estrategias ambientales para el ciclo de vida de los productos



Fuente: Adoptado de Giudice, La Rosa, & Risitano (2006)

1.2.2.2.3 Logística de Reversa

Tradicionalmente, las actividades desarrolladas dentro de la logística se enfocaban en llevar el producto desde el fabricante hacia el cliente. No obstante, durante las últimas décadas se comenzaron a tener en cuenta aspectos como el servicio post-venta y la creación de relaciones de largo plazo con los clientes, los cuales trajeron consigo la necesidad de crear actividades de logística encaminadas a recuperar los productos defectuosos y traerlos de nuevo a la fábrica, dando paso a lo que hoy conocemos como logística de reversa.

Sin embargo, no fue hasta que llegó la creciente preocupación por los efectos ambientales generados por los productos al final de su ciclo de vida y el creciente auge de las cinco R's (reducir, reusar, reciclar, remanufacturar, reacondicionar) que este nuevo enfoque de logística despertó un gran interés tanto en el ámbito académico como el empresarial, debido a su potencial de recuperación de valor de los productos utilizados (Pokharel & Mutha, 2009).

Aunque durante los últimos años el concepto de logística de reversa ha sido tratado extensamente en la literatura, no existe una definición generalizada y ampliamente aceptada debida a los múltiples aspectos que abarca este concepto: actividades, productos, puntos implicados de origen/destino dentro de la cadena de abastecimiento, actores y objetivos (Fernández, 2004).

Fleischmann M. , Krikke, Dekker y Flapper (2000) fueron de los primeros autores en sustentar la idea de que existe una gran confusión alrededor del concepto de logística de reversa y concluyeron que esta puede ser vista como “el proceso efectivo y eficiente de planificación, puesta en práctica y control de los flujos recibidos y el almacenaje de productos secundarios (y de la información con ellos relacionada) opuestos a la dirección de la cadena de valor tradicional, con el propósito de recuperar valor o de proceder a su adecuada eliminación”.

La logística de reversa puede ser vista como un proceso que se centra en la recuperación de materiales y productos fuera de uso con el fin de recuperar valor mediante los procesos de reciclaje, reutilización, reacondicionamiento, reparación o para mitigar el impacto ambiental de estos al final de su vida útil (Álvarez Gil, Berrone, Husillos, & Lado, 2007). Este nuevo tipo de logística abarca las mismas actividades de la logística tradicional, como el transporte y la gestión de inventarios, pero en lugar de llevar el producto hacia los clientes lo trae de vuelta a la planta (Goldsby & Stank, 2000; Mollenkopf & Closs, 2005).

Unas de las definiciones más completas es la enunciada por Fernández (2004) quien argumenta que la logística de reversa es:

La gestión del flujo de productos (entendiéndose como productos usados o no, productos acabados o componentes, partes, materiales envases o embalajes) que, por distintas razones, se envían por parte de un miembro de la cadena de suministro a cualquier otro miembro previo de la misma cadena. Adicionalmente, se consideran también flujos de Logística Reversa aquellos otros flujos que, aún destinándose fuera de la cadena original, tuvieran su origen localizado en ella, a condición de que se orienten hacia actividades de reparación o recuperación de materiales o valor añadido.

1.2.2.2.4 Colaboración Ambiental

La colaboración ambiental puede ser definida como la interacción de una compañía con sus proveedores y clientes con el fin de involucrarlos en la planeación de sus políticas y soluciones ambientales (Vachon & Klassen, 2008). Dentro del contexto de colaboración ambiental los proveedores y consumidores desarrollan de manera conjunta planes para la disminución del impacto ambiental de los procesos y productos. La colaboración ambiental incluye temas como el intercambio de información técnica y la disponibilidad para aprender de los demás eslabones de la cadena de abastecimiento, con el fin de desarrollar objetivos conjuntos que permitan un mejor desempeño ambiental y la implementación de actividades que minimicen el impacto ambiental debido al flujo de materiales dentro de la cadena de abastecimiento.

1.3 Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento y Desempeño Ambiental

La creciente difusión que ha tenido el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento está dirigida por la necesidad que existe en las empresas de hacer cambios en sus estrategias para mejorar su desempeño ambiental, ya que el uso intensivo de materias primas y de recursos naturales, el incremento de desechos causado por la producción, embalaje y consumo de bienes, el impacto ambiental del transporte de mercancías en los procesos de distribución, son algunos de los problemas que requieren de la

participación activa de los proveedores, distribuidores, clientes y consumidores finales para su solución (Srivastava, 2007). De aquí que el objetivo del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento sea generar un mejoramiento en el rendimiento ambiental de las compañías (Testa & Iraldo, 2010).

Los resultados sobre los que se sustenta la idea de que la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento permite mejorar el desempeño ambiental de las empresas han sido expuestos en la literatura a través de diversos estudios de caso. Por ejemplo, el trabajo desarrollado por Frosch (1994) mostró que la colaboración y unión entre dos empresas podrían conducir a una mejora en el desempeño ambiental en ambas. Asimismo, Florida (1996) sustentó que la creación de vínculos estrechos entre las empresas y sus proveedores puede facilitar la implementación de prácticas de producción más limpia. Además, Geffen y Rothenberg (2000), analizando tres estudios de caso de plantas ensambladoras en USA, afirmaron que establecer relaciones fuertes con los proveedores ayuda a la adopción de tecnologías innovadoras amigables con el medio ambiente. Además de esto, la interacción con los proveedores, los acuerdos de colaboración y el desarrollo de innovaciones conjuntas conducen a mejoras reales y medibles en el desempeño ambiental.

Del mismo modo, Geyer y Jackson (2004) argumentan que el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento puede ayudar a la disminución en la generación de desechos, reducción de emisiones y la reducción del consumo de materiales tóxicos o peligrosos.

Aunque existe más evidencia anecdótica sobre el efecto positivo que genera el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento sobre el desempeño ambiental de las empresas, son muy pocos los estudios que analizan esta relación utilizando métodos cuantitativos. Por ejemplo, Zhu y Sarkis (2004) a través del análisis de datos adquiridos por medio de 186 encuestas realizadas a empresas del sector manufacturero en China encontraron una relación significativa entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento (compras verdes, ecodiseño y cooperación con los clientes y proveedores) y un mejoramiento en el desempeño ambiental de las empresas. De la misma forma, en un estudio reciente llevado a cabo por Iraldo, Testa,

& Frey (2009), basado en 101 entrevistas realizadas a directivos de diversas compañías europeas, se encontró evidencia del efecto del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento en el mejoramiento del desempeño ambiental.

En conclusión, se puede decir que el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento tiene como fin introducir inquietudes ambientales en las operaciones desarrolladas dentro de la cadena de abastecimiento, por lo cual genera un efecto positivo sobre el desempeño ambiental de las organizaciones, llevando a plantear la siguiente hipótesis:

H1: “Las empresas que tengan los niveles más altos de adopción de prácticas de GSCM tendrán un mejor desempeño ambiental”.

1.4 Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento y Desempeño Económico

En la literatura existen varios autores quienes argumentan que el éxito en la implementación de prácticas ambientales brinda ventajas competitivas y nuevas formas de agregar valor a los procesos de negocios tradicionales (Hansmann & Kroger, 2001). Asimismo, Alvarez Gil, Burgos Jimenez y Céspedes Lorente (2001) encontraron evidencia que sigue una estrecha relación entre la implementación de prácticas ambientales proactivas como GSCM y el mejoramiento del desempeño económico de las empresas.

De igual manera, Roa y Holt (2005) observaron que la implementación de prácticas ambientales proactivas dentro de las diferentes fases de la cadena de abastecimiento puede traer consigo una ventaja competitiva, que generalmente se presenta en términos de reducción de costos o diferenciación medioambiental (Shrivastava, 1995a; González Benito & González Benito, 2005; Galdeano Gómez, Céspedes Lorente, & Martínez del Río, 2008; López Gamero, Molina Azorín, & Claver Cortés, 2009).

La ventaja en costos generalmente se produce cuando se implementan prácticas que ayuden a mejorar el proceso de producción en términos de eficiencia de las operaciones, reducción de las entradas y de los costos de tratamiento de los desechos

al final del tubo (Hart, 1995; Shrivastava, 1995a), en cambio, la diferenciación ambiental depende de las características del producto, las necesidades del mercado y la capacidad de las empresas para comercializar las características medioambientales de sus productos (Galdeano Gómez, Céspedes Lorente, & Martínez del Río, 2008).

Asimismo, existe amplia literatura que atribuye un gran número de beneficios a la integración de aspectos ambientales en las estrategias empresariales (Palmer, Oates, & Portney, 1995; Porter & van der Linde, 1995a; Shrivastava, 1995a; Klassen & McLaughlin, 1996; Klassen & Whybark, 1999; Reinhardt, 1999; Bansal & Roth, 2000) incluyendo: reducción de costos y mejoramiento de la eficiencia de las compañías, mejoramiento de la calidad de los productos y servicios, incrementos en la cuota de participación en el mercado, diferenciación medioambiental, acceso a nuevos mercados, mejoramientos en la imagen corporativa y acceso a ayudas financieras (Zhu & Sarkis, 2004)

Bajo esta misma línea de investigación, diversos estudios enmarcados en el paradigma de la "Visión de la Firma Basada en Recursos"⁴, han mostrado que las estrategias ambientales proactivas desarrollan algunas capacidades dentro de las organizaciones, las cuales son asociadas con un mejor desempeño económico (Russo & Fouts, 1997; Sharma & Vredenburg, 1998; Christmann, 2000; López Gamero, Molina Azorín, & Claver Cortés, 2009).

Igualmente, Rao y Holt (2005) sustentan que la gestión ambiental abarca diferentes iniciativas para minimizar o reducir el impacto negativo sobre el medioambiente y su principal objetivo es mejorar el desempeño ambiental, sin embargo, dichas iniciativas también buscan reducir costos, mejorar la imagen corporativa, reducir el riesgo de incumplimiento de la legislación ambiental y generar diferenciación medio ambiental de los productos, lo cual puede generar un impacto positivo sobre el desempeño económico de las empresas.

⁴ La Visión de la Firma Basada en Recursos (RBV, por su sigla en inglés) hace énfasis en la empresa y en la búsqueda de capacidades (o competencias) distintivas que, una vez identificadas y enfocadas, pueden permitir explotar oportunidades o neutralizar riesgos en el ambiente externo, dando así origen a ventajas competitivas y mejorando la posición de la empresa en el mercado (Reyes Rodriguez, 2011).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se puede decir que el desempeño económico es afectado de varias formas por las prácticas ambientales (Rao & Holt, 2005), por ejemplo, cuando la implementación de prácticas ambientales minimizan la generación de desperdicios, esto puede traer consigo una mejor utilización de los recursos, lo cual puede reducir los costos operativos, mejorar la eficiencia y aumentar la productividad. Además, un mejor desempeño ambiental producto de la implementación de prácticas ambientales proactivas puede traducirse en una ventaja de mercado, generando oportunidades para entrar a nuevos mercados o aumentando la cuota de mercado, permitiendo mayores ganancias. Del mismo modo, iniciativas ambientales que buscan disminuir la contaminación, tales como, el uso eficiente de los recursos, el reciclaje y el reuso, suponen un ahorro en referencia tanto al consumo de materias primas como al uso de energía y agua, lo cual puede conducir a un mejor desempeño económico.

En conclusión, se puede decir que la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento puede generar ventajas competitivas que finalmente se verán reflejadas en un mejor desempeño económico, por lo cual se plantea la siguiente hipótesis.

H2: “Las empresas que tengan los niveles más altos de adopción de prácticas de GSCM tendrán un mejor desempeño económico”.

1.5 Pensamiento Verde y Manufactura Esbelta

La literatura referente al desarrollo de la manufactura esbelta ha sido bien expuesta por los investigadores a lo largo de estas últimas décadas. Sin embargo, la creciente preocupación por la problemática ambiental ha incrementado el interés de diferentes autores (véase Anexo A) en la sinergia existente entre el desarrollo de las prácticas verdes y las técnicas de la manufactura esbelta (Mollenkopf, Stolze, Tate, & Ueltschy, 2010). Los procesos de manufactura esbelta se concentran en la eliminación de desechos, potencializando un mejor rendimiento ambiental dentro de las empresas; a pesar de esto, la relación entre las técnicas de la manufactura esbelta y el desempeño ambiental ha sido muy debatida en la literatura (King & Lenox, 2001).

Las empresas innovadoras que implementan mejora continua en sus procesos productivos tienen mayores probabilidades de desarrollar innovaciones que incrementen su desempeño ambiental (Florida, 1996), pero los resultados de la investigación desarrollada por Rothenberg, Pil y Maxwell (2001) indicaron que no todas las técnicas desarrolladas dentro de la filosofía de la manufactura esbelta afectan de manera positiva el desempeño ambiental de las empresas y la reducción de la contaminación. Sus hallazgos, basados en dos encuestas aplicadas a 31 plantas ensambladoras de automóviles en Norte América y Japón y 136 entrevistas realizadas a empleados del nivel de planta en 17 empresas, mostraron que las empresas que tienen implementadas practicas asociadas con la manufactura esbelta producen más emisiones de compuestos orgánicos volátiles, que aquellas que no han implementado este tipo de prácticas. A pesar de esto, ellos sustentan que algunos aspectos de la manufactura esbelta (disminución del nivel de inventarios, creación de equipos de trabajo y gestión del recurso humano) pueden estar relacionados con las prácticas ambientales y el desempeño ambiental.

La integración de las técnicas de manufactura esbelta y las prácticas verdes está determinada por factores tanto internos como externos. Dentro de los primero se destacan: reducción de costos, aumento en la rentabilidad, gestión del riesgo, generación de ventajas competitivas y preservación de una cultura corporativa (Kleindorfer & Saad, 2005; Kleindorfer, Singhal, & Van Wassenhove, 2005). Los factores externos incluyen la presión del regulador (Hansen, Melnyk, & Calantone, 2004; Kleindorfer, Singhal, & Van Wassenhove, 2005), las presiones ambientales por parte de los stakeholders⁵ (Hall, 2000; Vachon & Klassen, 2006) e innovaciones y mejoramiento de procesos dentro de la industria (Florida, 1996)

Sin embargo, existen diferentes barreras para la implementación de prácticas de manufactura esbelta y prácticas verdes dentro de las estrategias de gestión de la cadena de abastecimiento, incluyendo la falta de conciencia ambiental (Rothenberg, Pil, & Maxwell, 2001) la creencia de que las prácticas ambientales son un gasto y no

⁵ El concepto de *Stakeholder* puede ser entendido como aquellas personas u organizaciones que tienen algún interés o ejercen alguna influencia en las actividades de todo tipo que lleva a cabo la compañía (Freeman, 1984; Rodríguez & Ricart, 1998).

una inversión (Porter & van der Linde, 1995b), y la percepción de que las iniciativas verdes consumen mucho tiempo y dinero (Mollenkopf, Stolze, Tate, & Ueltschy, 2010).

1.5.1 Implementación de manufactura esbelta y prácticas verdes

Una de las principales áreas de convergencia entre los principios de la manufactura esbelta y las prácticas verdes es la reducción de desechos (Florida, 1996; Green, Morton, & New, 1998; King & Lenox, 2001; Larson & Greenwood, 2004; Linton, Klassen, & Jayaraman, 2007), al encontrarse que ambas necesitan del soporte de las mismas metodologías de auditoría externa y revisión continua. Además, el énfasis de la manufactura esbelta en la eliminación de reprocesos requiere de sistemas eficientes para reducir la generación de subproductos indeseados, creando así un beneficio ambiental (Womack, Jones, & Ross, 1990). La implementación de la manufactura esbelta puede llevar consigo beneficios en el desempeño ambiental, mientras que las prácticas ambientales frecuentemente generan un mejoramiento en el desarrollo de las técnicas de la manufactura esbelta (Hansen, Melnyk, & Calantone, 2004; Kleindorfer, Singhal, & Van Wassenhove, 2005). En la práctica, la implementación de las prácticas verdes y la manufactura esbelta afectan los procesos en toda la cadena de abastecimiento (Lamming & Hampson, 1996).

1.6 Justo a Tiempo, Gestión de la Calidad Total y el Desempeño de las Empresas

1.6.1 JIT, TQM y el desempeño ambiental

Amplia evidencia dentro de la literatura sugiere que la implementación de programas de mejoramiento continuo (como JIT y TQM), en conjunto con procesos de colaboración con los proveedores, pueden crear el entorno propicio para el desarrollo

sostenible dentro de las organizaciones (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010). Es bien conocido el trabajo seminal de Porter y van der Linde (1995b) en donde, a partir de evidencia de estudios de caso, se citan algunos ejemplos de empresas que desarrollaron sus programas de gestión ambiental siguiendo los mismos principios básicos de su programa de TQM para utilizar sus recursos de una manera más eficiente, eliminando materiales peligrosos, evitando la manipulación indebida de materiales y las actividades innecesarias.

Diferentes estudios sugieren que el mejoramiento en los productos y los procesos puede traer consigo una reducción en la generación de contaminantes y en la producción de desechos. Corbett y Wassenhove (1993) y Shrivastava (1995b) argumentan que existe una serie de analogías entre programas ambientales y algunas prácticas exitosas de manufactura como JIT y TQM. La gestión de la calidad total demanda un mejoramiento en cada una de las etapas de diseño y de los procesos de producción, al igual que un programa de gestión ambiental busca optimizar el rendimiento ambiental de todo el sistema corporativo.

Florida (1996) sustenta que diferentes avances en las prácticas de manufactura, como JIT y TQM, están relacionados con la implementación de prácticas ambientales. Él observó que las empresas que son innovadoras y tienen en práctica programas de mejora continua en sus productos y procesos de fabricación, están en mejores condiciones de incorporar las consideraciones ambientales en ellos.

Aparte de esto, varios estudios relacionan las certificaciones y premios de calidad con la gestión ambiental. Wever y Vorhauer (1993) encontraron que Kodak aplica criterios del premio nacional de calidad Baldrige en el marco de su programa de gestión ambiental y llegaron a la conclusión de que el concepto de mejora continua es un elemento clave en el desarrollo de un programa de gestión ambiental. De igual manera, King y Lenox (2001) observaron que la certificación ISO 9000 se convirtió en una poderosa herramienta para que las empresas mejoren sus programas de gestión ambiental y su ventaja competitiva; además sugirieron que las empresas que han adoptado estándares de calidad pueden desarrollar más fácilmente actividades verdes en el futuro, esto se debe a que la implementación de estándares de calidad permiten desarrollar capacidades como el mejoramiento continuo y el involucramiento de los

trabajadores, las cuales son necesarias para la implementación de sistemas de gestión ambiental.

Basados en un estudio de caso, Kitazawa y Sarkis (2000) señalaron que los principios de la gestión de la calidad son necesarios para que las empresas aprovechen los programas de reducción en la fuente. Zhu y Sarkis (2004) compararon la implementación de la ISO 9000 y la ISO 14000, concluyendo que la gestión de la calidad es esencial para mejorar la gestión ambiental en las empresas.

Otra corriente de estudios se enfocó en cómo las capacidades desarrolladas dentro de las prácticas de la manufactura esbelta, como JIT, mejoran las capacidades ambientales de las empresas. Generalmente, JIT incluye la construcción de sistemas de gestión, la reducción de los tiempos y procesos en la fabricación y el desarrollo de asociaciones con los proveedores, elementos necesarios para el desarrollo de programas ambientales con mayor eficacia (Klassen, 2000; King & Lenox, 2001; Zhu, Sarkis, & Lai, 2007).

Klassen (2000) estudió cinco empresas fabricantes de muebles y encontró que la implementación de JIT dentro de los procesos de fabricación es una herramienta muy importante para la reducción de los desechos y el mejoramiento del rendimiento operacional de la empresa, ya que esta filosofía se centra en la reducción del nivel de inventarios y la eliminación de todo tipo de desperdicios. El Justo a Tiempo y la reducción de la contaminación son complementarios, ya que la inversión en programas de este tipo puede ayudar a disminuir la contaminación, a pesar de que esta no sea la intención original (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010).

De acuerdo con lo enunciado anteriormente se puede decir que las prácticas de TQM y JIT pueden proveer las capacidades necesarias y la cultura para desarrollar un programa proactivo de gestión ambiental en una empresa (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010).

1.6.2 JIT, TQM y el desempeño económico

A pesar de que durante las últimas décadas las prácticas de TQM y JIT han despertado un creciente interés tanto en el ámbito empresarial como en el académico, el efecto que estas prácticas generan sobre el desempeño económico de las empresas no ha recibido la atención que debería (Sharma D. , 2005).

Sin embargo, existen varios estudios que han demostrado que la adopción de prácticas relacionadas con TQM tiene efectos positivos sobre el desempeño económico. Por ejemplo, Simmons y White (1999) estudiaron 126 empresas estadounidenses y encontraron evidencia significativa que sugiere que la implementación de sistemas de gestión de calidad genera mejoras en el desempeño económico de las empresas. Igualmente, Haversjö (2000) argumenta que la implementación de sistemas de calidad como la ISO 9000 mejora la calidad interna y externa generando un mejoramiento en la rentabilidad.

Asimismo, Sharm (2005) encontró evidencia significativa de que las empresas que están certificadas con la ISO 9000 tienen un mejor desempeño económico que las empresas que no están certificadas, ya que la implementación de la ISO 9000 se asocia con mejoras importantes en el margen de ganancias, el aumento de las ventas y el incremento de las ganancias por acción.

Por otra parte, existen algunos trabajos que han sustentado la idea de que JIT genera mejoras sustanciales sobre el desempeño económico de las empresas. Kinney y Wempe (2002) sustentaron que las empresas que adoptan prácticas JIT, en comparación con empresas que no, mejoran el margen de ganancias y la rotación de activos. Además, la implementación de prácticas de manufactura esbelta como JIT mejora la productividad de las empresas vía reducción de tiempos de alistamiento e inventarios de producto en proceso, lo cual puede traer una mejor desempeño en el mercado (Tu, Vonderembse, Ragu-Nathan, & Sharkey, 2006).

De acuerdo con lo enunciado anteriormente, se puede decir que las prácticas de manufactura esbelta como TQM y JIT tienen un efecto directo sobre el desempeño del negocio y la competitividad, sin embargo existen varias investigaciones (Yang, Lin,

Chan, & Sheu, 2010; Yang, Hong , & Modi, 2011), las cuales sugieren que la practicas ambientales proactivas desempeñan un papel de mediación en la relación entre las practicas asociadas a la manufactura esbelta y el desempeño económico de las empresas, ya que algunas prácticas de la manufactura esbelta como TQM y JIT pueden generar las condiciones (capacidades, habilidades y conocimientos) necesarias para la implementación de prácticas ambientales proactivas, y estas a su vez pueden conducir a desarrollar ventajas competitivas, que se traduzcan en un mejor desempeño económico.

Igualmente, estudios como los desarrollados por Florida (1996) y King y Lenox (2001) sustentan que la implementación conjunta de prácticas ambientales y prácticas asociadas con la manufactura esbelta pueden potencializar el impacto positivo de cada una de estas prácticas en el desempeño económico.

1.7 El Efecto Moderador de JIT y TQM en la Relación entre GSCM y el Desempeño de las Empresas

Hasta ahora, hemos planteado las hipótesis de que la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento (GSCM) genera un efecto positivo sobre el desempeño ambiental y económico de las empresas, asimismo hemos mostrado la discusión que existe en la literatura académica sobre los efectos sinérgico que se generan entre las prácticas de manufactura esbelta y las prácticas ambientales.

Sin embargo, a pesar de esta amplia discusión sobre estos efectos sinérgicos, en el ámbito académico no existe un consenso sobre las relaciones que se pueden generar entre estos dos tipos de prácticas y el desempeño tanto económico como ambiental de las empresas. Por lo cual, en la literatura se pueden encontrar principalmente dos enfoques, el primero establece que las prácticas ambientales desarrollan un papel de mediación entre la manufactura esbelta y el desempeño del negocio (Yang, Lin, Chan, & Sheu, 2010; Yang, Hong , & Modi, 2011) , mientras que el segundo sustenta que la

manufactura esbelta modera la relación entre las prácticas ambientales y el desempeño del negocio (Christmann, 2000; Zhu & Sarkis, 2004).

Poniendo estos dos enfoque bajo la lupa de literatura, se puede observar que tanto las prácticas ambientales (Geffen & Rothenberg, 2000; Rao & Holt, 2005; Iraldo, Testa, & Frey, 2009; Testa & Iraldo, 2010) como las prácticas de manufactura esbelta (Simmons & White, 1999; Kinney & Wempe, 2002; Sharma D. , 2005) pueden generar un impacto directo sobre el desempeño del negocio.

Igualmente, diversos autores sustentan que las prácticas de manufactura esbelta pueden ser vistas como un importante antecedente para la implementación de prácticas ambientales (Florida, 1996; King & Lenox, 2001; Zhu & Sarkis, 2004), ya que la implementación de dichas prácticas le permite a las empresas desarrollar ciertas capacidades, tales como el involucramiento de los empleados, la gestión del recurso humano, desarrollo de equipos de trabajo interdisciplinarios y el mejoramiento continuo, entre otras y al mismo tiempo adquirir conocimientos producto de la experiencia.

Estas capacidades y conocimientos pueden ser vistos como “*activos complementarios*”⁶ de la organización. Bajo esta línea de investigación, se puede aplicar este concepto dentro de la relación existente entre las prácticas ambientales y el desempeño del negocio, como un medio para explicar la razón del porque algunas empresas son capaces de obtener un mejor desempeño tanto económico como ambiental debido a la implementación de prácticas ambientales y otras no. Por lo tanto si la implementación exitosa de estas prácticas requieren de la existencia de estos activos complementarios, solo las empresas que tengan estas capacidades y recursos serán capaces de obtener un mejor desempeño económico y ambiental (Christmann, 2000).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, se puede establecer que la relación entre las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño económico y ambiental de las empresas es moderada por el grado de adopción de

⁶ Los activos complementarios se definen como los recursos o capacidades que se requieren para obtener los beneficios asociados con el desarrollo de estrategias, la implementación de nuevas tecnologías o con los procesos de innovación (Christmann, 2000).

técnicas de manufactura esbelta como JIT y TQM dentro de las organizaciones (Zhu & Sarkis, 2004).

1.7.1 TQM como moderador

La relación entre la calidad y la gestión ambiental es ilustrada por términos como “Total quality environmental management” (TQEM) y las similitudes entre normas estandarizadas como la ISO 9000 y la ISO 14000 (Corbett & Klassen, 2006).

La noción de defecto puede ser más comprensible, no obstante, si se incluye cualquier desperdicio generado durante el proceso productivo, el uso y la eliminación o disposición final de un producto. Mientras, la meta “cero defectos” fue un principio fundamental de la filosofía TQM, la idea de “cero desperdicios” es un paso más allá (Corbett & Klassen, 2006). A pesar de esto, muchas de las herramientas y técnicas aplicadas dentro de la filosofía TQM son igual de relevantes dentro de la gestión ambiental (Corbett & Van Wassenhove, 1993).

King y Lenox (2001) encontraron que los programas de calidad enmarcados en la ISO 9000 son una gran herramienta para desarrollar programas de disminución de residuos y emisiones, dando soporte a la afirmación en inglés *Lean is Green*. Asimismo, se puede establecer que la implementación de TQM le permite a las empresas desarrollar las capacidades y condiciones necesarias para implementar exitosamente prácticas ambientales proactivas.

Fuera de esto, Zhu y Sarkis (2004) sugieren que la implementación de prácticas de gestión de la calidad crea escenarios “win-win” que pueden generar resultados positivos sobre el desempeño económico; además, estos autores afirman que los programas de gestión de la calidad tienen una influencia positiva sobre la relación existente entre las prácticas de GSCM y el desempeño global de las organizaciones.

Basándose en lo enunciado anteriormente se puede afirmar que los programas de gestión de la calidad tiene un efecto positivo sobre la relación que hay entre la gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño tanto ambiental

como económico de las organizaciones, de lo cual se desprenden las siguientes hipótesis:

H3: *“La relación positiva entre la práctica de GSCM y el desempeño ambiental es más fuerte en las empresas con niveles mayores de adopción de prácticas de gestión de la calidad que en las empresas que tienen niveles más bajos de adopción de prácticas de gestión de la calidad”.*

H4: *“La relación positiva entre la práctica de GSCM y el desempeño económico es más fuerte en las empresas con niveles mayores de adopción de prácticas de gestión de la calidad que en las empresas que tienen niveles más bajos de adopción de prácticas de gestión de la calidad”.*

1.7.2 JIT como moderador

En la literatura se ha argumentado que la filosofía Justo a Tiempo (JIT) en relación con la gestión ambiental puede ser vista como una espada de doble filo, ya que la implementación de esta puede generar efectos tanto positivos como negativos en el desempeño ambiental de las organizaciones (Zhu & Sarkis, 2004). Por ejemplo, mediante el análisis de 31 encuestas y 17 entrevistas realizadas a ensambladoras de autos en Norte América y Japón, Rothenberg, Pil y Maxwell (2001) encontraron que la implementación de la filosofía JIT incrementa la emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles. Sin embargo, mediante el desarrollo de una encuesta dentro de la industria de muebles, Klassen (2000) encontró que la implementación de JIT puede tener un efecto positivo sobre los programas de prevención de la contaminación si estos son implementados conjuntamente.

Esta dualidad de efectos, tanto positivos como negativos sobre el desempeño ambiental que están asociados con JIT, pueden ser explicados a través de las dos dimensiones JIT; la primera que se enfoca en las actividades dentro de la empresa y propende por la eliminación de los desperdicios, la disminución del nivel de los inventarios y el uso eficiente de los recursos, lo cual puede ayudar a disminuir la generación de desechos y disminuir las emisiones, generando beneficios sobre el

desempeño ambiental, y la segunda que centra la parte externa (lo que pasa fuera de la planta), la cual puede generar un impacto negativo sobre el desempeño ambiental, porque la implementación de JIT genera un aumento significativo en las emisiones como resultado del incremento en el número de viajes necesarios para transportar los insumos y los productos terminados, con el fin de cumplir las premisas de JIT.

En referencia a la dimensión interna de JIT, existen varios estudios, los cuales sugieren que JIT genera un impacto positivo en la relación entre las prácticas ambientales y el desempeño ambiental, por ejemplo, King y Lenox (2001) a través del análisis del desempeño ambiental de 17.499 empresas manufactureras estadounidenses, encontraron evidencia significativa de que la manufactura esbelta es complementaria con programas de prevención de la contaminación, debido a que esta busca eliminar sistemáticamente los desperdicios y propende por un uso más eficiente de los recursos. De la misma manera, Florida (1996) sustenta que la manufactura esbelta puede generar efectos indirectos que benefician el desempeño ambiental de las empresas, debido a que los esfuerzos desarrollados para mejorar la productividad y la eficiencia dentro de las organizaciones, pueden generar una disminución significativa en la generación de desechos y emisiones.

Por otra parte, se puede establecer que la implementación de JIT le permite a las empresas establecer las condiciones necesarias para desarrollar relaciones más estrechas y duraderas tanto con sus proveedores como con sus clientes, las cuales pueden traer consigo oportunidades “win-win” que faciliten la implementación de prácticas ambientales y la generación de ventajas competitivas.

De acuerdo con lo enunciado anteriormente, se puede afirmar que JIT tiene un efecto positivo sobre la relación que hay entre la gestión del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño tanto ambiental como económico de las organizaciones, de lo cual se desprenden las siguientes hipótesis:

H5: *“La relación positiva entre la práctica de GSCM y el desempeño ambiental es más fuerte en las empresas con niveles mayores de adopción de la filosofía justo a tiempo que en las empresas que tienen niveles más bajos de adopción de justo a tiempo”.*

Aparte de esto, en la literatura existen diferentes trabajos que demuestran que la implementación de JIT genera beneficios en el desempeño económico. Por ejemplo, Callen, Fader y Krinsky (2000) encontraron que el aumento de la productividad en las empresas relacionado con una mejor gestión de los inventarios, reducción de costos y el aumento de las ganancias puede ser el resultado de la interiorización de las prácticas de JIT. Este resultado soporta los hallazgos empíricos de Mia (2000), quien sustenta que las empresas pueden beneficiarse económicamente mediante la adopción de JIT. De acuerdo con esto puede afirmarse:

H6: “La relación positiva entre la práctica de GSCM y el desempeño económico es más fuerte en las empresas con niveles mayores de adopción de la filosofía justo a tiempo que en las empresas que tienen niveles más bajos de adopción de justo a tiempo”.

2. Métodos

El presente trabajo se desarrolló mediante un enfoque hipotético-deductivo⁷ como se muestra en la siguiente figura, basado en métodos cuantitativos⁸.



Fuente: Adaptado de Creswell (2003)

⁷ El enfoque hipotético-deductivo implica el desarrollo de una estructura conceptual y teórica, antes de la observación empírica (Gill & Johnson, 2002), centrado sus esfuerzos en la verificación de una hipótesis *a priori*. Así, en el enfoque deductivo hay un papel bien definido para la teoría, ya que esta provee al investigador la información necesaria para el desarrollo de las hipótesis, la selección de las variables y las medidas que serán utilizadas en el desarrollo de la investigación (Creswell J. , 2003).

⁸ En términos generales, los métodos cuantitativos se enfocan en la cuantificación de observaciones (datos) y en el control de las variables observadas. Los métodos cuantitativos normalmente incorporan herramientas de muestreo y uso de procedimientos estadísticos para medir las medias y varianzas del grupo de interés (Ponterotto & Grieger, 1999), haciendo énfasis en la medición y análisis de las relaciones causales o de correlación entre las variables (Denzin & Lincoln, 2000).

De acuerdo con el diseño metodológico seleccionado, la recolección de datos se realizó mediante la aplicación de una encuesta, cuyas variables y escalas validadas fueron tomadas y adaptadas de estudios previos en la literatura (Dean & Snell, 1991; Judge & Douglas, 1998; Karagozoglu & Lindell, 2000; Ahmada, Schroeder, & Sinha, 2003; Zhu & Sarkis, 2004).

El cuestionario de encuesta (ver Anexo B) fue aplicado a funcionarios encargados de la gestión ambiental en empresas participantes del programa acercar de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) durante dos sesiones. Debido a que la selección de la muestra fue realizada a través de un muestreo no probabilístico (muestra por conveniencia⁹), se hicieron los procedimientos de verificación respectiva de la calidad de los datos: diversidad de quienes responden, seriedad de las respuestas (cadenas largas de patrones de respuestas repetidas y confiabilidad de las escalas), y casos repetidos¹⁰ (Couper, (2000); citado en Reyes Rodriguez, 2011, p.45).

Durante la aplicación de la encuesta, se recolectaron 196 cuestionarios diligenciados; sin embargo, se eliminaron 2 cuestionarios por haber más de una persona en la empresa que los respondió. Igualmente, se eliminó 1 cuestionario más debido a que tenía datos ausentes en todas las variables de interés (Hair , Black, Babin, & Anderson, 2009) Posteriormente se realizó el análisis de cadenas largas repetidas. En total, el cuestionario estaba compuesto por once secciones, por lo cual como máximo se tendrían once secciones con el mismo puntaje en cada una de ellas. Se calculó la totalidad de secciones con el mismo valor para cada respuesta y se realizó un diagrama de caja para la detección de valores extremos (ver Anexo C). Luego de realizar esta prueba, se detectaron 2 cuestionarios con patrones de respuesta con el mismo valor por fuera del intervalo esperado, según el diagrama de caja, los cuales fueron descartados.

⁹ Muestra por conveniencia es el término utilizado para describir una muestra que ha sido seleccionada de un población objetivo con base a su accesibilidad o por su conveniencia para el investigador.

¹⁰ El criterio de selección de los cuestionarios repetidos fue la pertinencia del perfil del encuestado (cargo superior), debido al enfoque que se estableció en el desarrollo del cuestionario.

Finalmente se eliminaron 57 cuestionarios debido a que las empresas que los respondieron no desarrollaban ningún de proceso de manufactura, por lo cual se utilizaron definitivamente 134 encuestas para los análisis posteriores.

Con base en estos 134 cuestionarios se realizó la caracterización de la muestra y después de esto se completaron los datos ausentes¹¹ mediante el método de imputación múltiple con el software IBM SPSS Statistics 19, para poder realizar el análisis exploratorio de componentes principales (EPCA, por su sigla en inglés)¹², el análisis confirmatorio de factores (CFA, por su sigla en inglés)¹³, y los modelos de ecuaciones estructurales (SEM, por su sigla en inglés)¹⁴.

¹¹ Los datos ausentes asedian a 176, lo cual representaba el 3,054% del total de los datos.

¹² El análisis exploratorio de factores o EPCA es el nombre genérico que se les da a un conjunto de métodos estadísticos multivariantes cuyo objetivo principal es definir la estructura de las interrelaciones (correlaciones) entre un gran número de variables, con la definición de una serie de dimensiones comunes, conocidas como factores (Hair , Black, Babin, & Anderson, 2009). Se asume que dichos factores tienen un sentido que da significado teórico a las variables agrupadas; por lo tanto, el análisis exploratorio hace referencia a la determinación inicial de una estructura fundamental entre las variables analizadas que debe estar fundamentada en la literatura. A nivel operativo existen diferentes métodos de rotación de los factores para establecer la ortogonalidad o independencia de los mismos, de forma que cada variable esté asociada a un solo factor o componente (Reyes Rodriguez, 2011).

¹³ “El CFA es una manera de probar qué tan bien las variables medidas representan a un número de constructos menor al número de variables (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009). A diferencia del EPCA, en el cual por procedimientos estadísticos se determinan cuántos factores se forman entre un grupo de variables, en el CFA el investigador especifica el número de factores existentes y las variables asociadas a los mismos teniendo como base el significado teórico de dicha asignación. Una sola variable se asigna a un solo factor (constructo) de forma tal que el CFA prueba en qué medida un patrón de asignación de variables a constructos con significado teórico representan los datos a analizar. En este sentido, el CFA es una herramienta que permite —confirmar o —rechazar la teoría pre-concebida que especifica cómo unas variables medidas representan unos constructos no medidos directamente e involucrados en un modelo teórico” (Reyes Rodriguez, 2011).

¹⁴ Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) son un conjunto de técnicas, entre las que se destacan los modelos de regresiones, los modelos de trayectoria (Path Model) y el análisis confirmatorio de factores, que buscan representar las relaciones entre las variables observadas, con el fin de brindarle al investigador las herramientas necesarias para evaluar las hipótesis del modelo teórico (Schumacker & Lomax, 2004). Estas técnicas se distinguen por: (1) la estimación de relaciones de interdependencias múltiples, (2) representar conceptos no observados en dichas relaciones y calcular el error de medición en el proceso de estimación, y (3) definir un modelo para explicar el conjunto entero de relaciones (Hair , Black, Babin, & Anderson, 2009).

2.1 Medición de las Variables

Como ya se mencionó, las mediciones de cada una de las variables se realizaron de acuerdo con ítems obtenidos a partir de la revisión de trabajos previos encontrados en la literatura sobre manufactura esbelta y gestión ambiental. Los detalles pertinentes de las mediciones de cada una de los constructos se presentan a continuación.

- **Prácticas de Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento**

Con base en los trabajos de Zhu y Sarkis (2004) y Kocabasoglu, Prahinski y Klassen (2007), se determinaron veintidós (22) ítems para evaluar el grado de implementación de las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y cuya medición se realizó mediante una escala de Likert de cinco (5) puntos que va desde “1 = no la hemos considerado” a “5 = la hemos implementado completamente”.

- **Manufactura Esbelta**

Teniendo como referente los trabajos de Flynn, Sakakibara y Schroeder (1995), Ahmada, Schroeder y Sinha (2003), Shah y Ward (2007), se establecieron doce (12) ítems para la evaluación de la percepción del grado de conformidad (acuerdo) con ciertas afirmaciones. La medición de estos ítems se hizo a través de una escala de Likert de cinco (5) puntos que va desde “1 = Fuertemente en desacuerdo” a “5 = Fuertemente de acuerdo”.

- **Desempeño Económico**

Con base en el trabajo de Judge y Duglas (1998), se determinaron cuatro (4) ítems para evaluar el desempeño económico de las empresas en comparación con el desempeño de las empresas del mismo sector industrial, mediante una escala de Likert de cinco (5) puntos desde “1 = Mucho peor” a “5 = Mucho mejor”

- **Desempeño Ambiental**

De acuerdo con el trabajo de Karagozoglu y Lindell (2000), se crearon cinco (5) ítems para evaluar el desempeño ambiental de la empresa con respecto a sus competidores traducido en una serie de iniciativas avanzadas. La medición se realiza por medio de una escala de Likert de cinco (5) puntos que va desde “1 = estar bastante rezagado” a “5 = les llevamos una ventaja muy amplia, somos líderes en el sector”. Cabe resaltar que estos ítems ya fueron validados en el contexto colombiano por Moreno Mantilla y Reyes Rodríguez (2010).

- **Tamaño de la Empresa**

El tamaño de la empresa se utilizó como una variable de control y se determinó con base en el número de empleados. Sin embargo, durante la etapa de análisis de datos se consideró también como una medida del tamaño de la empresa el logaritmo del número de empleados (Dean & Snell, 1991; Zhu & Sarkis, 2004)

2.2 Caracterización de la Muestra

La caracterización de la muestra se realizó con base en dos factores primordiales, tamaño de la empresa y agrupación sectorial (ver Anexo D). Con respecto al tamaño de la empresa¹⁵ la muestra se distribuyó así: 19 empresas (14,18%) son micro, 43 empresas (32,09%) son pequeñas, 46 empresas (34,33%) son medianas, y las restantes 26 empresas (19,40%) son grandes. De estos resultados se puede observar que las PyMES tienen una participación significativa en la muestra, equivalente al 66,42%.

En términos de participación sectorial la muestra se agrupó de la siguiente manera: 22 empresas (16,42%) se encuentra en el sector de comercio y servicios, 92 empresas

¹⁵ Para la clasificación del tipo de empresa por tamaño (dependiendo del número de empleados), se tomó la definición de tamaños de empresa dada por la Ley 905 de 2004, en donde una micro empresa se define como una unidad económica con 10 o menos empleados, una pequeña empresa entre 11 y 50, una mediana empresa entre 51 y 200, y una empresa grande con más de 200 empleados.

(68,66%) en el sector manufacturero y 19 empresas (14,18%) pertenecen a otras actividades.

2.3 Análisis Exploratorio de Factores

Los ítems fueron validados inicialmente mediante la aplicación del análisis exploratorio de componentes principales usando el método de rotación varimax con apoyo del paquete de software IBM SPSS Statistics 19.

Este análisis se realizó con el fin de establecer los factores de cada uno de los constructos del modelo teórico y obtener una primera aproximación a la estructura de los datos. Igualmente, se realizaron todas las pruebas pertinentes para este tipo de análisis, tales como la prueba de esfericidad de Bartlett y la medida de suficiencia de muestreo (MSA) para garantizar el cumplimiento de los supuestos del análisis factorial, así como la prueba de Chronbach (Alfa) para evaluar la confiabilidad de los resultados del análisis exploratorio. Posteriormente, se etiquetaron los factores de acuerdo con la naturaleza de las variables observadas que los conformaban (ver Anexo E).

2.4 Análisis Confirmatorio de Factores

El análisis confirmatorio de factores (CFA) se realizó para confirmar la validez de los ítems y de los factores obtenidos durante el desarrollo del análisis exploratorio de factores (EPCA), utilizando el método de máxima verosimilitud robusta¹⁶ (RML, por su sigla en inglés) con el apoyo del software LISREL 8.8.

Para dicho fin, se establecieron dos modelos integrados de primer orden; el primero tenía como variable dependiente el desempeño ambiental y el segundo como variable dependiente al desempeño económico. Sin embargo, al establecer dichos modelos fue necesario eliminar algunos factores e ítems dentro de los mismos factores.

¹⁶ Para el análisis confirmatorio de factores se debió utilizarse el método de máxima verosimilitud robusta debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad.

Para el caso de los factores, este proceso de eliminación se dio con base en el valor de la varianza promedio extraída (AVE, por su sigla en inglés), por lo cual se descartaron todos aquellos factores que tuvieron un AVE inferior a 0.5 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009). En cuanto a los ítems, se descartaron todos aquellos que presentaron valores de cargas completamente estandarizadas inferiores a 0.5, debido a que al retirarlos del modelo se obtenía un mayor valor para AVE del factor al que pertenecían o un mejor ajuste estadístico del modelo (Reyes Rodriguez, 2011).

2.5 Modelo de Ecuaciones Estructurales

El análisis del efecto de moderación de JIT y TQM sobre la relación entre las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del negocio, tanto económico como ambiental, se realizó mediante dos métodos SEM como se muestra a continuación.

2.5.1 Latent Variable Scores (LVS) – Puntaje de las Variables Latentes

El método “Latent Variable Scores” tiene grandes ventajas con respecto a otros enfoques de SEM que contemplan variables latentes, ya que evalúan la estructura factorial usando múltiples indicadores y las variables latentes, además de que es muy fácil de entender y conducir. Sin embargo, debido a que el análisis final, el cual incluye el efecto de moderación, se basa en un solo puntaje obtenido de las variables observadas que conforman el constructo latente se pierde diversidad de las variables observadas se basa en las variables observadas y no en las variables latente, por lo cual este modelo es considerado como un método no-latente, por lo cual solo es recomendable para un análisis preliminar (Marsh, Wen, & Hau, 2006).

De acuerdo con lo enunciado anteriormente, este método se utilizó para obtener un análisis inicial del efecto de moderación de la manufactura esbelta sobre la relación existente entre las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del negocio, así como para poder observar el efecto de la variable de control (tamaño de la empresa) sobre dicha relación.

Para el desarrollo de este análisis se establecieron 10 modelos, conformados por la variable latente dependiente η_1 (Desempeño ambiental o Desempeño económico), las variables latentes independientes ξ_1 (practica de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento) y ξ_2 (Gestión de la Calidad Total), el factor moderador $\xi_1 * \xi_2$ y la variable de control (logaritmo natural del número de empleados).

2.5.2 Enfoque parcialmente restringido (Partially Constrained Approach)

Después del modelo LVS, se desarrolló el modelo de enfoque parcialmente restringido para evaluar el efecto de interacción entre las variables latentes, teniendo como referencia los resultados obtenidos en los análisis previos. Se optó por este método, ya que permite estudiar las relaciones y los efectos entre las variables latentes, y al mismo tiempo permite suavizar el supuesto de normalidad de dichas variables, el cual es el principal problema de método restringido.

Al igual que en el análisis preliminar, durante el desarrollo de presente método se plantearon 10 modelos similares a los establecidos durante el desarrollo del método LVS. Sin embargo, debido a que este método se centra en estudiar los efectos de interacción entre variables latentes, cada modelo se desarrolló con base en los ítems para cada una de las tres variables latentes η_1 , ξ_1 y ξ_2 ¹⁷.

¹⁷ Para el desarrollo del método LVS se asume que la media de las variables es cero (0) por lo que dichas variables deben ser centradas.

3. Resultados y Discusión

3.1 Análisis Exploratorio de Factores

El análisis exploratorio de factores se realizó para cada constructo teórico (e.g., Lean, GSCM, desempeño ambiental, y desempeño económico) por separado, incluyendo todos los ítems del cuestionario dentro de cada constructo con el fin de encontrar la estructura de los datos, la cual debe ser consistente con lo expuesto en la teoría. La reducción de factores se realizó con base en lo expuesto por Hair, Black, Babin, & Anderson (2009). Los resultados se muestran a continuación para cada constructo, y en el Anexo E se especifican las cargas factoriales de cada uno de los ítems retenidos en el AEF.

3.1.1 Prácticas de Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento (GSM)

La reducción de factores dio como resultado veintidós (22) ítems validos los cuales se agruparon en seis (6) factores denominados: Colaboración con los Clientes (CC), Gestión Ambiental Interna (IEM), Compras Verdes (GP), Logística de Reversa (LR), Eco-diseño (ECO) y Gestión de residuos (GR). Los valores de confiabilidad (Alfa de Cronbach) de los factores fueron 0,871; 0,776; 0,801; 0,802; 0,839 y 0,584 respectivamente. Debido a que el valor del Alfa de Cronbach para el factor GP resultó menor al límite inferior (0,6) establecido por algunos autores¹⁸, este factor fue excluido de los análisis posteriores. Los cinco (5) factores extraídos explican el 66 % de la varianza total de la variable latente GSCM.

¹⁸ El acuerdo general sobre el límite inferior para el alfa de Cronbach es de 0.70, aunque puede bajar a 0.60 en la investigación exploratoria (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999).

3.1.2 Manufactura Esbelta (Lean)

La reducción de factores dio como resultado nueve (9) ítems validos los cuales se agruparon en tres (3) factores denominados: Herramientas de la Gestión de la Calidad Total (TQM1), Filosofía de la Gestión de la Calidad Total (TQM2) y Justo a Tiempo (JIT). Los valores de confiabilidad (Alfa de Cronbach) de los factores fueron 0,740; 0,671 y 0,667 respectivamente. Los tres (3) factores extraídos explican el 64 % de la varianza total de la variable latente Lean.

3.1.3 Desempeño Económico

La reducción de factores dio como resultado cuatro (4) ítems validos los cuales cargaron en un solo factor denominado Desempeño Económico (DE), con un valor de 0,888 de confiabilidad (Alfa de Cronbach). El factor explica el 76% de la varianza total.

3.1.4 Desempeño Ambiental

La reducción de factores dio como resultado cinco (5) ítems validos los cuales cargaron en un solo factor denominado Desempeño Ambiental (DA), con un valor de 0,903 de confiabilidad (Alfa de Cronbach). El factor explica el 72% de la varianza total.

3.2 Análisis Confirmatorio de Factores

Como se mencionó anteriormente, esta etapa se realizó utilizando la herramienta Lisrel 8,8 con el fin de confirmar los factores obtenidos en el análisis exploratorio. Para dicho fin se desarrollaron dos modelos integrados de CFA (ver Anexo F): uno para la variable dependiente Desempeño Ambiental y otro para la variable dependiente Desempeño Económico.

El primer modelo estaba conformado por los factores (6) de GSCM, los (3) factores de la manufactura esbelta y el factor del desempeño ambiental. Después de la primera corrida de este modelo, los resultados sugirieron la eliminación del factor TQM2 y del

factor JIT debido a que el promedio de la varianza extraída de dicho factor estaba por debajo del 0.5 que es considerado como el valor mínimo permitido (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009). Posteriormente se debieron eliminar los ítems IEM5 y GP1 debido a que tenían puntajes de carga completamente estandarizados muy bajos y esto afectaba el promedio de la varianza extraída de los factores IEM y GP respectivamente. Finalmente se decidió eliminar los ítems DA2 y DA4 ya que al descartarlos las medidas de bondad de ajuste ($\chi^2 = 185,03$; p-valor = 0,17476; gl = 168; RMSEA = 0,0276; CFI = 0,995; IFI = 0,995) del modelo mejoraban considerablemente.

Igualmente, durante el desarrollo del segundo modelo se descartaron los factores TQM2 y JIT debido a la varianza extraída de cada uno de estos dos factores. Fuera de esto, también fueron eliminados los ítems IEM5 y GP1. Finalmente se descartó el ítem DE4, perteneciente al factor DE (Desempeño ambiental) ya que al eliminar este ítem los valores de las medidas de bondad de ajuste ($\chi^2 = 198,95$; p-valor = 0,05148; gl = 168; RMSEA = 0,0372; CFI = 0,989; IFI = 0,990) eran más consistentes.

3.3 Modelos Estructurales

3.3.1 Latent Variable Scores (LVS)

Para poder evaluar el efecto de moderación de la manufactura esbelta sobre la relación entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño del Negocio, tanto económico como ambiental, así como el efecto del tamaño de la empresa sobre el desempeño económico y ambiental de las empresas se desarrollaron 10 modelos de ecuaciones estructurales, los cuales se describen a continuación.

Tabla 2: Estructuración de los 10 modelos LVS

Lean	Desempeño	GSCM	Modelo
TQM1 - Gestión de la Calidad Total	DA- Desempeño Ambiental	IEM - Gestión Ambiental Interna	1
		CC - Colaboración Ambiental con los Clientes	2
		LR - Logística de Reversa	3
		GP - Compras Verdes	4
		ECO - Eco diseño	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2 (Continuación): Estructuración de los 10 modelos LVS

Lean	Desempeño	GSCM	Modelo
TQM1 - Gestión de la Calidad Total	DE - Desempeño Económico	IEM - Gestión Ambiental Interna	6
		CC - Colaboración Ambiental con los Clientes	7
		LR - Logística de Reversa	8
		GP - Compras Verdes	9
		ECO - Eco diseño	10

Fuente: Elaboración Propia

- **Modelo 1**

En el primer modelo se planteó como variable latente endógena DA (DA1, DA3 y DA5), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas IEM (IEM1, IEM2 y IEM3) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación IEMXTQM1. Se obtuvo como resultado¹⁹ la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

¹⁹ En las ecuaciones de regresión aquí mostradas, los coeficientes que están debajo de las mismas entre paréntesis corresponden al error estándar de dichos coeficientes. El valor de los estadísticos que están debajo de los errores estándar se toman como referencia para determinar la significancia de los

$$DA = -0.058*LNEMP + \underline{0.54*IEM} + \underline{0.44*TQM} + \underline{0.23*IEM*TQM1}, \text{ Errorvar.} = 0.45, R^2 = 0.38$$

(0.044)	(0.12)	(0.095)	(0.12)	(0.056)
-1.33	4.63	4.67	2.02	8.03

- **Modelo 2**

Este modelo estaba constituido por la variable latente endógena DA (DA1, DA3 y DA5), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas CC (CC1, CC2 y C3) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación CCXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DA = -0.023*LNEMP + \underline{0.37*CC} + \underline{0.38*TQM} + 0.059*CCXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.42, R^2 = 0.42$$

(0.044)	(0.068)	(0.093)	(0.086)	(0.053)
-0.53	5.38	4.15	0.69	8.03

- **Modelo 3**

En este modelo se planteó como variable latente endógena DA (DA1, DA3 y DA5), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas LR (LR3, LR4 y LR5) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación LRXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DA = -0.078*LNEMP + \underline{0.18*LR} + \underline{0.55*TQM} + 0.058*LRXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.51, R^2 = 0.31$$

(0.047)	(0.073)	(0.094)	(0.096)	(0.064)
-1.68	2.47	5.86	0.60	8.03

- **Modelo 4**

Este modelo estaba constituido por la variable latente endógena DA (DA1, DA3 y DA5), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas GP (GP2, GP3 y GP4) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación

coeficientes obtenidos y se comparan con valores Z de la distribución normal por haberse acudido al método de estimación de máxima verosimilitud.

GPXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DA = -0.069*LNEMP + \underline{0.30*GP} + \underline{0.44*TQM} + 0.024*GPXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.48, R^2 = 0.32$$

(0.045)	(0.097)	(0.096)	(0.11)	(0.060)
-1.54	3.03	4.53	0.21	8.03

- **Modelo 5**

En este modelo se planteó como variable latente endógena DA (DA1, DA3 y DA5), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas ECO (ECO3, ECO4 y ECO5) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación ECOXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DA = -0.066*LNEMP + \underline{0.30*ECO} + \underline{0.44*TQM} + 0.10*ECOXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.49, R^2 = 0.32$$

(0.045)	(0.10)	(0.11)	(0.096)	(0.061)
-1.47	2.99	4.19	1.08	8.03

- **Modelo 6**

En este modelo se planteó como variable latente endógena DE (DE1, DE2 y DA3), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas IEM (IEM1, IEM2 y IEM3) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación IEMXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DE = \underline{0.082*LNEMP} - 0.10*IEM + \underline{0.41*TQM} + 0.12*IEMXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.42, R^2 = 0.21$$

(0.042)	(0.11)	(0.085)	(0.10)	(0.052)
1.94	-0.91	4.85	1.18	8.03

- **Modelo 7**

Este modelo estaba constituido por la variable latente endógena DE (DE1, DE2 y DE3), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas CC (CC1, CC2 y C3) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación

CCXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DE = 0.099*LNEMP + 0.043*CC + \mathbf{0.32*TQM} + 0.012*CCXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.42, \quad R^2 = 0.20$$

(0.044)	(0.068)	$\mathbf{(0.088)}$	(0.081)	(0.053)
2.26	0.63	3.68	0.15	8.03

• Modelo 8

En este modelo se planteó como variable latente endógena DE (DE1, DE2 y DE3), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas LR (LR3, LR4 y LR5) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación LRXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DE = 0.079*LNEMP + 0.034*LR + \mathbf{0.37*TQM} + 0.13*LRXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.41, \quad R^2 = 0.22$$

(0.042)	(0.067)	$\mathbf{(0.079)}$	(0.082)	(0.052)
1.87	0.50	4.64	1.60	8.03

• Modelo 9

Este modelo estaba constituido por la variable latente endógena DE (DE1, DE2 y DE3), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas GP (GP2, GP3 y GP4) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación GPXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DE = \mathbf{0.096*LNEMP} + 0.17*GP + \mathbf{0.26*TQM} - 0.039*GPXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.41, \quad R^2 = 0.22$$

$\mathbf{(0.041)}$	(0.092)	$\mathbf{(0.083)}$	(0.10)	(0.051)
2.31	1.86	3.20	-0.38	8.03

• Modelo 10

En este modelo se planteó como variable latente endógena DE (DE1, DE2 y DE3), afectada por: la variable control (LNEMP), las variables latentes exógenas ECO (ECO3, ECO4 y ECO5) y TQM1 (TQM2, TQM3, TQM6), y por el factor de moderación

ECOXTQM1. Se obtuvo como resultado la siguiente ecuación (en negrilla se resaltan los coeficientes significativos a un nivel del 5%):

$$DE = \mathbf{0.096*LNEMP} + 0.12*ECO + \mathbf{0.29*TQM} + 0.033*ECOXTQM, \text{ Errorvar.} = 0.42, \quad R^2 = 0.21$$

(0.042)	(0.094)	(0.094)	(0.085)	(0.052)
2.30	1.33	3.12	0.39	8.03

De acuerdo con las relaciones significativas encontradas en los anteriores modelos, se puede inferir que el tamaño de la empresa no tiene efecto significativo sobre el desempeño ambiental: sin embargo, se puede establecer que para algunas prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento el tamaño de la empresa puede generar un efecto positivo en el desempeño económico.

Fuera de esto, se encontró evidencia significativa que sustenta la idea de que las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento tiene un efecto positivo en el desempeño ambiental (esto soporta H1), aunque no se encontró evidencia que sustente H2 debido a que los resultados no muestran ningún efecto (positivo o negativo) en el desempeño económico de las empresas.

Por otra parte, solo el primer modelo mostró evidencia de un efecto de moderación de TQM en la relación entre la gestión ambiental interna y el desempeño ambiental, lo cual soporta parcialmente H3 (es decir, exclusivamente para ese tipo de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento). A pesar de esto, no se puede olvidar que estos resultados se deben tomar con mucha precaución debido a que solo proveen un primer acercamiento al modelo teórico como se mencionó en el capítulo anterior.

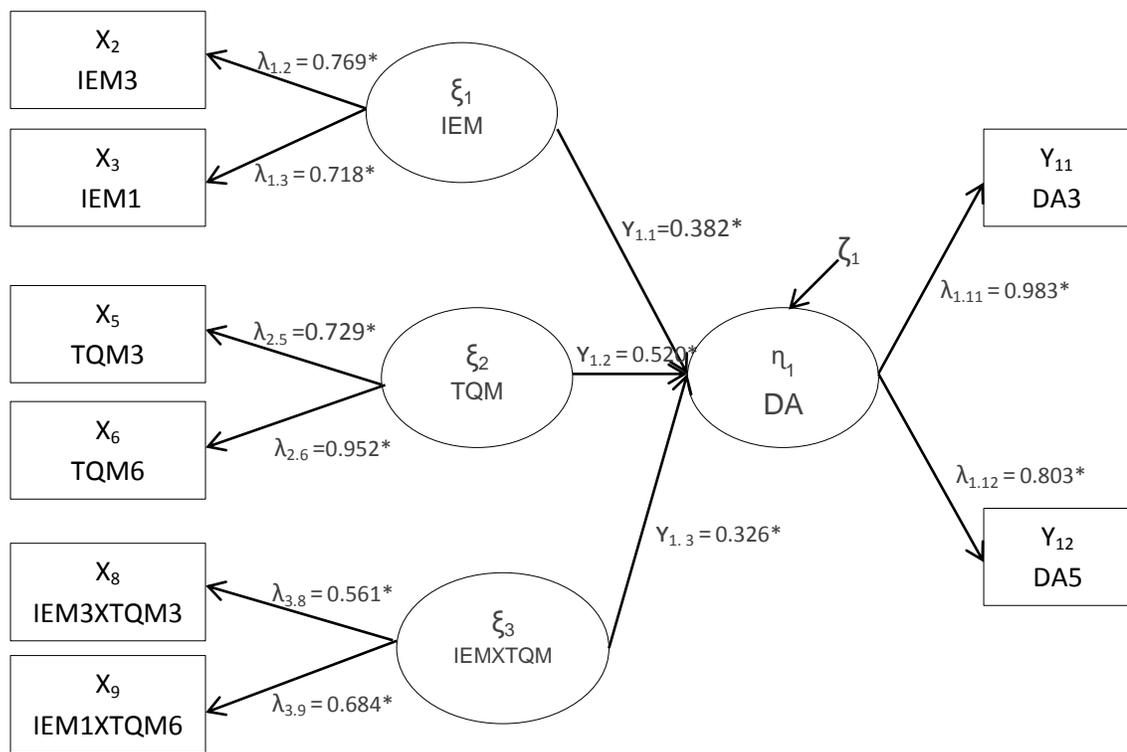
3.3.2 Enfoque Parcialmente Restringido

Luego del análisis preliminar, se procedió a correr los 10 modelos planteados anteriormente bajo el método “Enfoque parcialmente restringido”, con el fin de evaluar las interacciones entre las variables latentes. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

• **Modelo 1**

En el primer modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño ambiental (DA), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DA1, DA3 y DA5; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) gestión ambiental interna (IEM), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: IEM2, IEM3 y IEM1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (IEMXTQM1), conformado igualmente por las variables: IEM2XTQM2, IEM3XTQM3, IEM1XTQM6.

Figura 11: Diagrama de Trayectoria Modelo 1



$X^2 = 61,159$; $p\text{-valor} = 0.00876$; $gl = 62$; $RMSEA = 0.00$ * $p < 0.05$

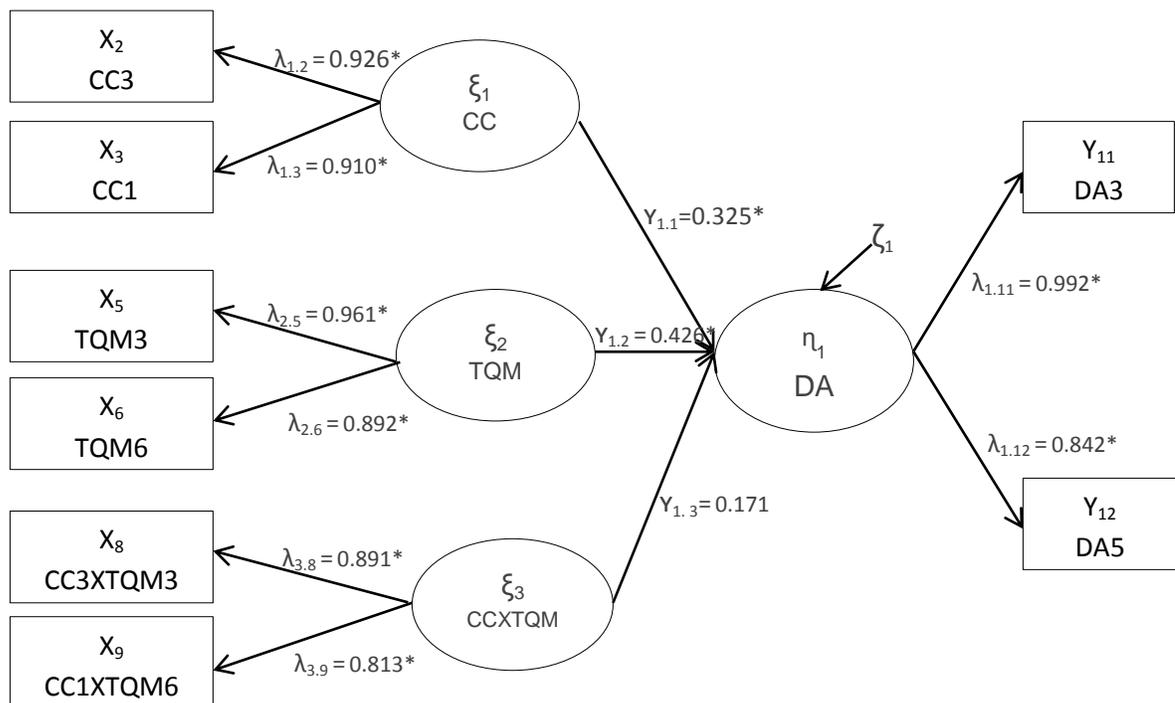
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 11 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,996 e IFI = 0,996, se puede deducir que las prácticas de gestión ambiental interna tienen una relación positiva con en el desempeño ambiental (soporte a la hipótesis H1); igualmente se puede observar que existe un efecto de moderación de la gestión total de la calidad sobre la relación anteriormente expuesta (soporte a la hipótesis H3).

• Modelo 2

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño ambiental (DA), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DA1, DA3 y DA5; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) colaboración ambiental con los clientes (CC), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: CC2, CC3 y CC1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (CCXTQM1), conformado igualmente por las variables: CC2XTQM2, CC3XTQM3, CC1XTQM6.

Figura 12: Diagrama de Trayectoria Modelo 2



$X^2 = 91.507$; p-valor = 0.00876; gl = 62; RMSEA = 0.06 *p < 0.05

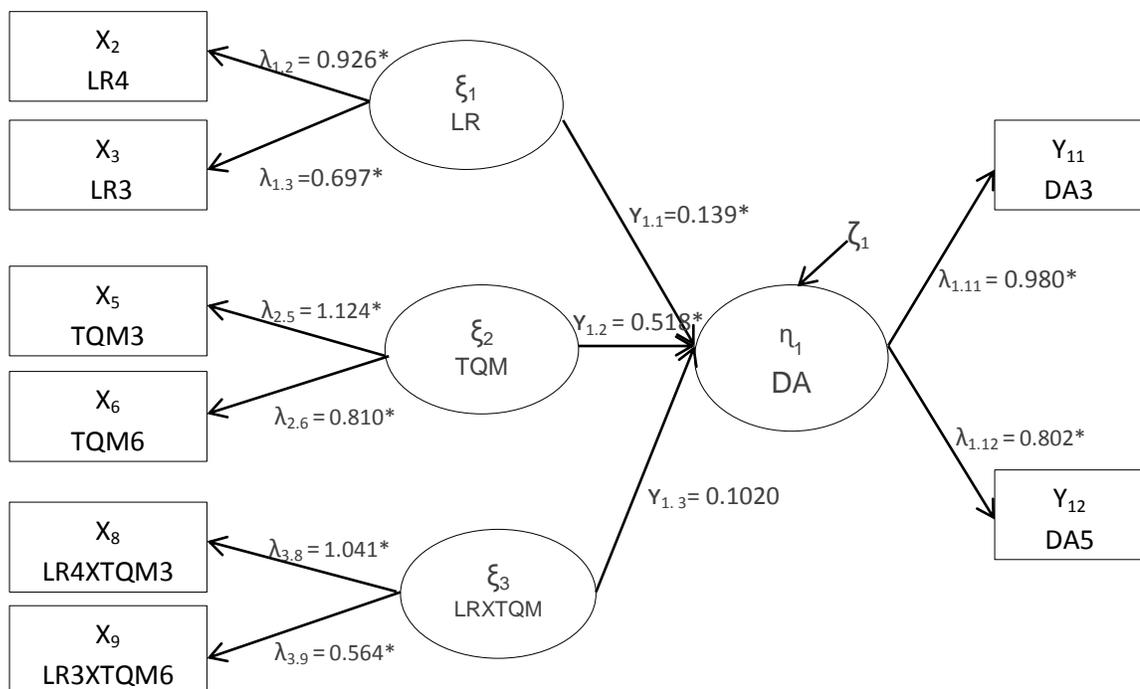
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 12 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,964 e IFI = 0,964, se puede deducir que las prácticas de colaboración ambiental con los clientes tienen una relación positiva con el desempeño ambiental de las empresas (soporte a la hipótesis H1), sin embargo este modelo no muestra un efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por lo cual no sustenta la hipótesis H3.

• Modelo 3

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño ambiental (DA), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DA1, DA3 y DA5; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) Logística de reversa (LR), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: LR5, LR4 y LR3; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (LRXTQM1), conformado igualmente por las variables: LR5XTQM2, LR4XTQM3, LR3XTQM6.

Figura 13: Diagrama de Trayectoria Modelo 3



$$X^2 = 88.392; p\text{-valor} = 0.01552; gl = 62; RMSEA = 0.0566; *P < 0.05$$

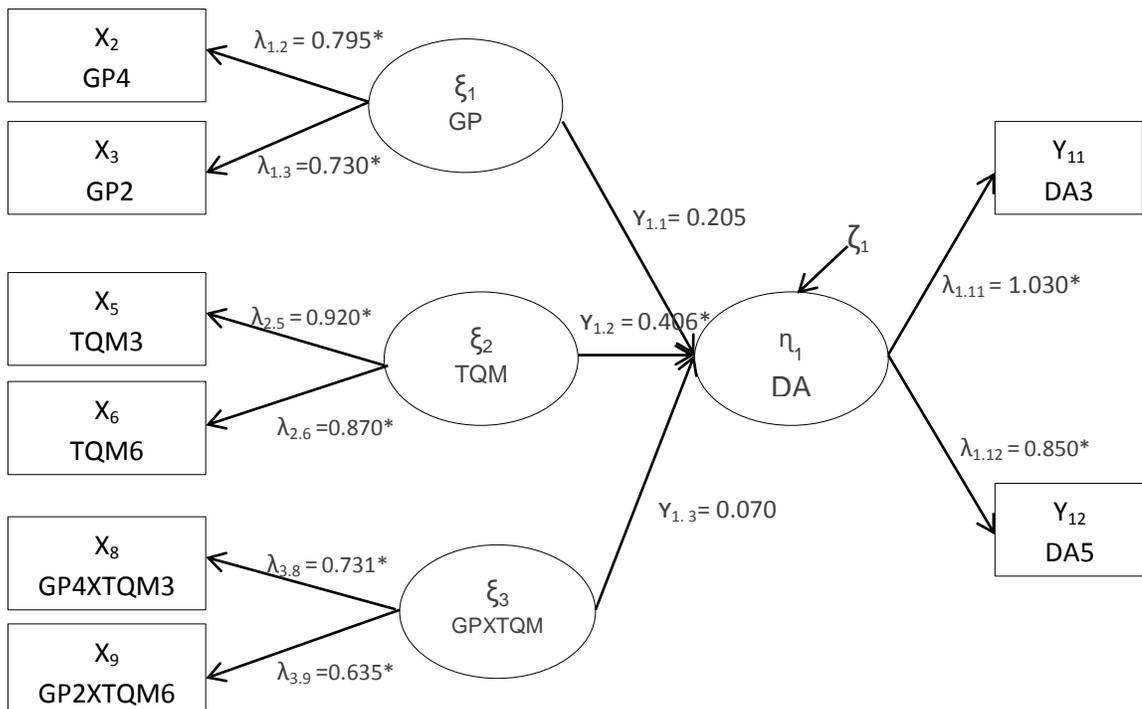
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 13 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,956 e IFI = 0,956, se puede deducir que las prácticas de logística de reversa tienen una relación positiva con el desempeño ambiental de las empresas (soporte a la hipótesis H1), sin embargo este modelo no muestra un efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por lo cual no sustenta la hipótesis H3.

• Modelo 4

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño ambiental (DA), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DA1, DA3 y DA5; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) compras verdes, (GP) integrada a su vez por las variables observadas exógenas: GP3, GP4 y GP2; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (GPXTQM1) conformada igualmente por las variables: GP3XTQM2, GP4XTQM3, GP2XTQM6.

Figura 14: Diagrama de Trayectoria Modelo 4



$$X^2 = 79.111; p\text{-valor} = 0.07037; gl = 62; RMSEA = 0.0456; *p < 0.05$$

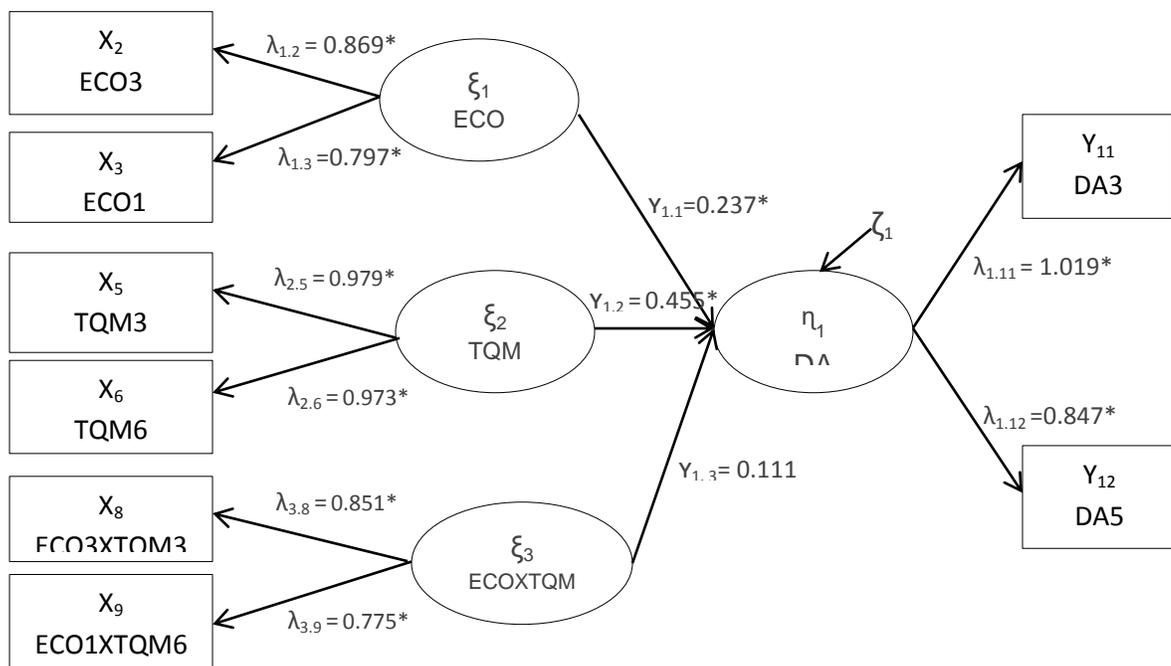
Fuente: *Elaboración Propia*

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 14 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,966 e IFI = 0,966, se puede decir que no existe evidencia significativa que las prácticas de compras verdes tienen una relación directa con el desempeño ambiental de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H1, igualmente en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón no sustenta la hipótesis H3.

• Modelo 5

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño ambiental (DA), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DA1, DA3 y DA5; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) Eco-diseño (ECO), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: ECO2, ECO3 y ECO1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (ECOXTQM1), conformado igualmente por las variables: ECO2XTQM2, ECO3XTQM3, ECO1XTQM6.

Figura 15: Diagrama de Trayectoria Modelo 5



$$X^2 = 76.10; p\text{-valor} = 0.10746; gl = 62; RMSEA = 0.041 *p < 0.05$$

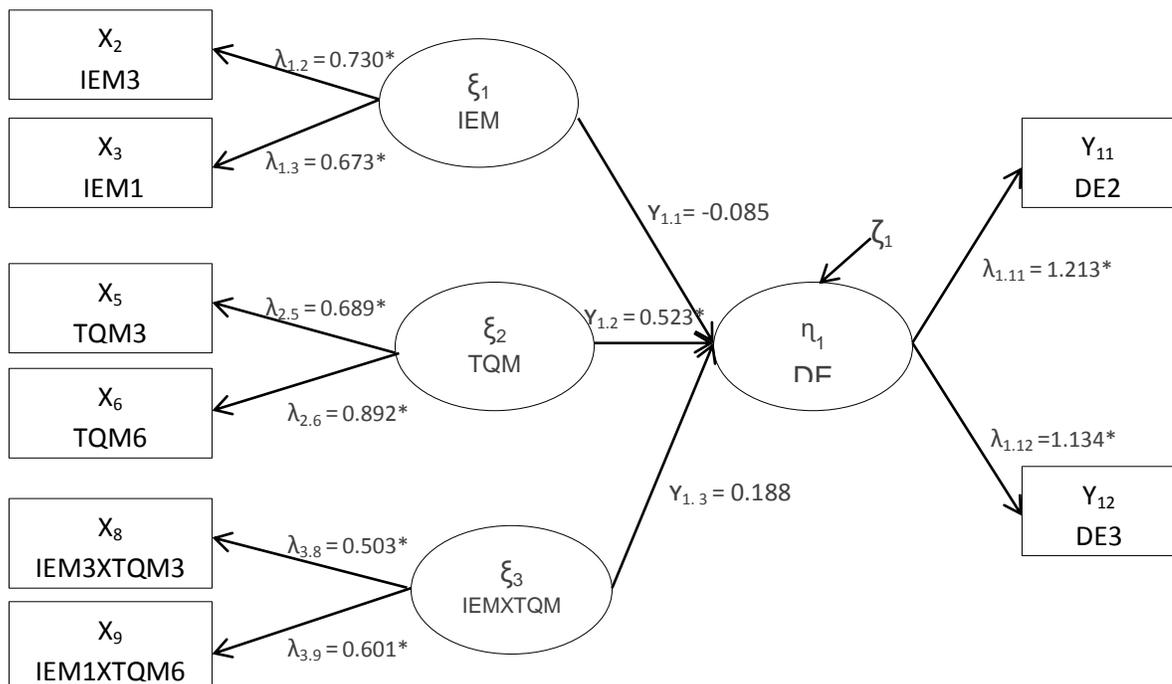
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 15 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,976 e IFI = 0,976, se puede decir que las prácticas de Eco-diseño tienen una relación positiva con en el desempeño ambiental (soporte a la hipótesis H1), aunque en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón no sustenta la hipótesis H3

• Modelo 6

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño económico (DE), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DE1, DE2 y DE3; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) gestión ambiental interna (IEM), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: IEM2, IEM3 y IEM1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (IEMXTQM1), conformado igualmente por las variables: IEM2XTQM2, IEM3XTQM3, IEM1XTQM6.

Figura 16: Diagrama de Trayectoria Modelo 6



$$X^2 = 81.99; p\text{-valor} = 0.04759; gl = 62; RMSEA = 0.049; *P < 0,05$$

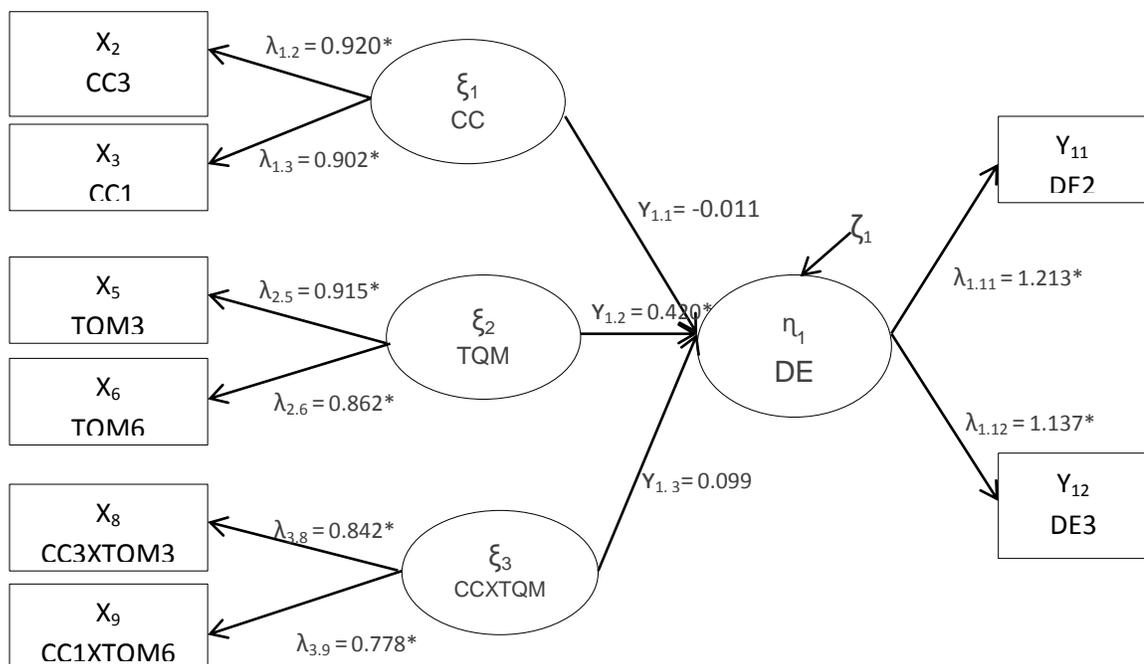
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 16 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,972 e IFI = 0,972, se puede decir que no existe evidencia significativa de que la gestión ambiental interna no tienen una relación directa con el desempeño económico de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H2, igualmente en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón no sustenta la hipótesis H4.

• Modelo 7

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño económico (DE), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DE1, DE2 y DE3; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) colaboración ambiental con los clientes (CC), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: CC2, CC3 y CC1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (CCXTQM1), conformado igualmente por las variables: CC2XTQM2, CC3XTQM3, CC1XTQM6.

Figura 17: Diagrama de Trayectoria Modelo 7



$$X^2 = 66.18; p\text{-valor} = 0.33470; gl = 62; RMSEA = 0.0225; *p < 0.05$$

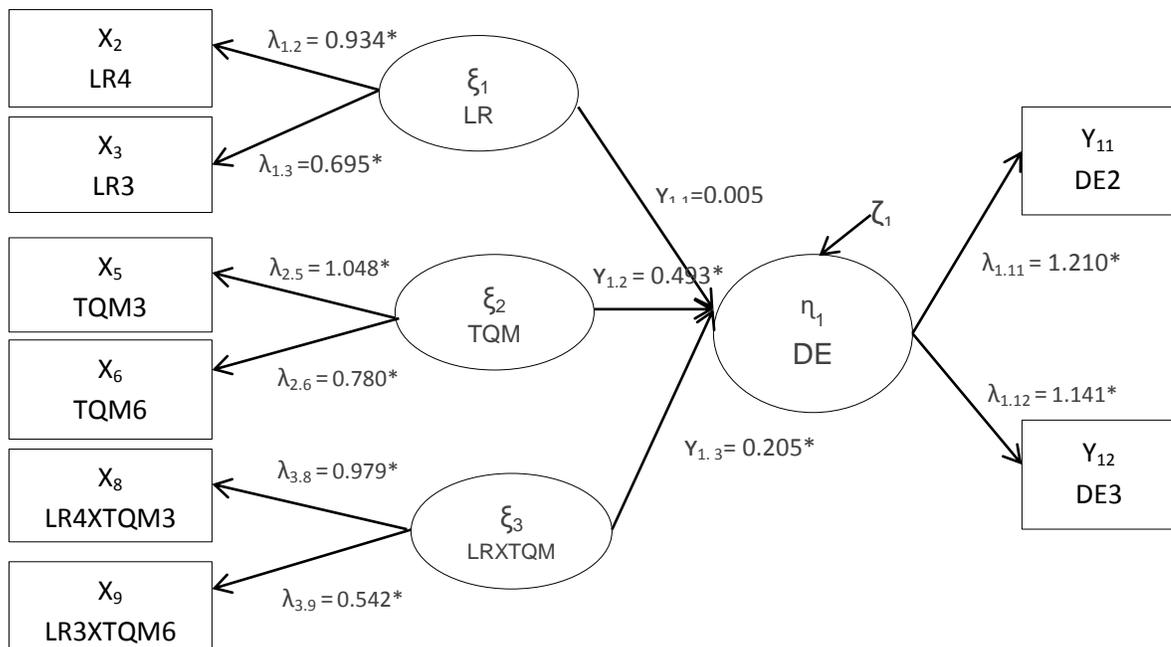
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 17 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,985 e IFI = 0,985, se puede decir que no existe evidencia significativa de que la colaboración ambiental con los clientes tiene una relación directa con el desempeño económico de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H2, igualmente en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón tampoco se sustenta la hipótesis H4.

• Modelo 8

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño económico (DE), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DE1, DE2 y DE3; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) Logística de reversa (LR), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: LR5, LR4 y LR3; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (LRXTQM1), conformado igualmente por las variables: LR5XTQM2, LR4XTQM3, LR3XTQM6.

Figura 18: Diagrama de Trayectoria Modelo 8



$$X^2 = 103.25; p\text{-valor} = 0.00079; gl = 62; RMSEA = 0.071; *p < 0,05$$

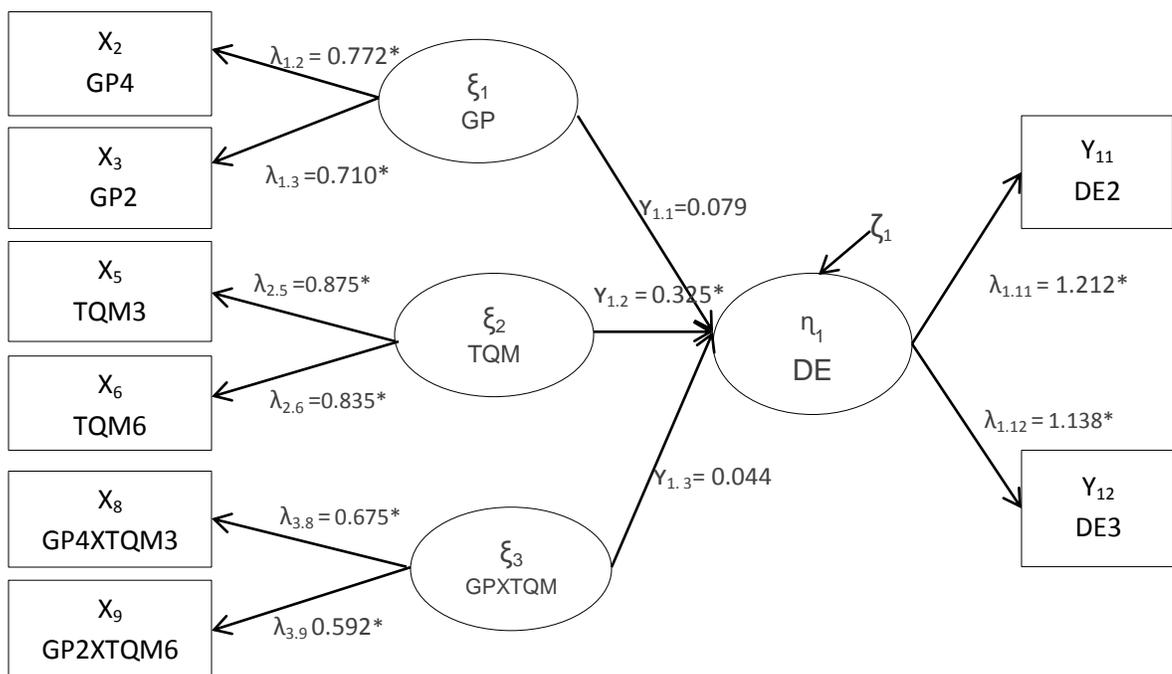
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 18 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,948 e IFI = 0,948, se puede decir que no existe evidencia significativa de que las prácticas de logística de reversa tienen una relación directa con el desempeño económico de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H2, sin embargo este modelo muestra un efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación (soporte a la hipótesis H4).

• Modelo 9

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño económico (DE), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DE1, DE2 y DE3; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) compras verdes (GP), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: GP3, GP4 y GP2; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (GPXTQM1), conformado igualmente por las variables: GP3XTQM2, GP4XTQM3, GP2XTQM6.

Figura 19: Diagrama de Trayectoria Modelo 9



$$\chi^2 = 88.673; p\text{-valor} = 0.01476; gl = 62; RMSEA = 0.0569; *p < 0.05$$

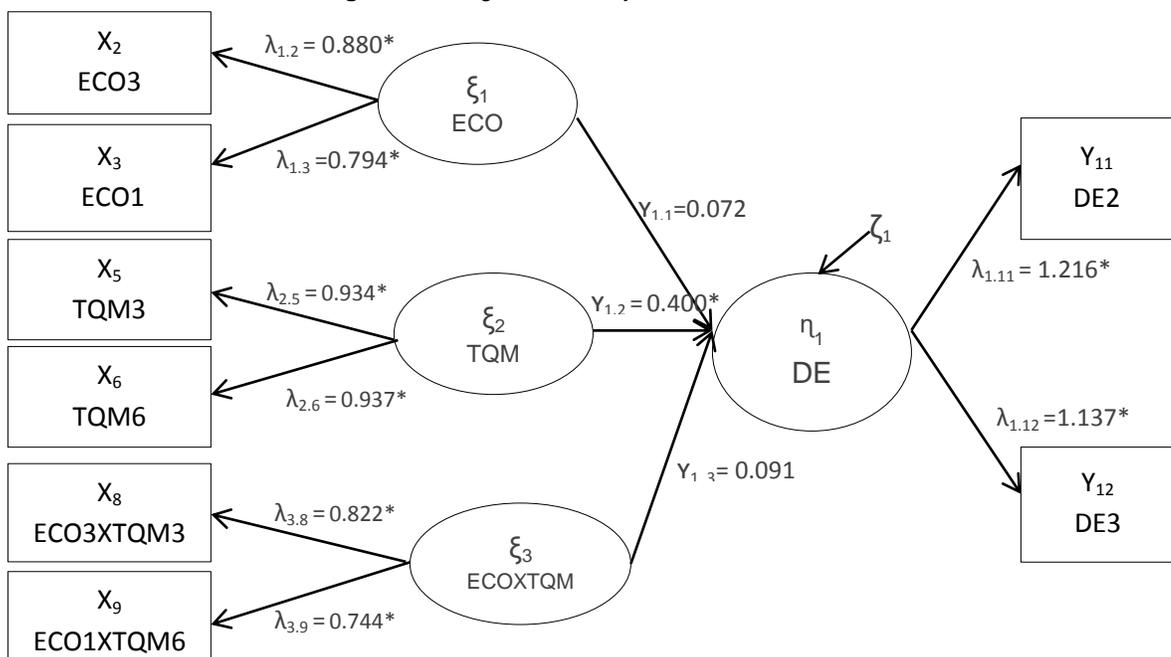
Fuente: **Elaboración Propia**

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 18 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,954 e IFI = 0,954, se puede decir que no existe evidencia significativa que las prácticas de compras verdes tienen una relación directa con el desempeño económico de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H1, igualmente en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón este modelo tampoco sustenta la hipótesis H4.

• Modelo 10

En este modelo se planteó como variable latente endógena la variable para el desempeño económico (DE), la cual se encuentra conformada por las variables observadas endógenas: DE1, DE2 y DE3; siendo afectada simultáneamente por las variables latentes exógenas, nombradas como: 1) Eco-diseño (ECO), integrada a su vez por las variables observadas exógenas: ECO2, ECO3 y ECO1; 2) gestión de la calidad total (TQM1), compuesta esta por las variables observadas exógenas: TQM2, TQM3 y TQM6, y 3) factor de moderación (ECOXTQM1), conformada igualmente por las variables: ECO2XTQM2, ECO3XTQM3, ECO1XTQM6.

Figura 20: Diagrama de Trayectoria Modelo 10



$\chi^2 = 69.753$; p-valor = 0.233; gl = 62; RMSEA = 0.0307; *p<0.05

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 18 y valores de bondad de ajuste CFI = 0,987 e IFI = 0,988, se puede decir que no existe evidencia significativa de que el eco-diseño tiene una relación directa con el desempeño económico de las empresas por lo cual no se sustenta la hipótesis H2, igualmente en este modelo no se encuentra evidencia significativa del efecto moderador de la gestión total de la calidad sobre dicha relación por esta razón este modelo tampoco sustenta la hipótesis H4.

3.4 Discusión de los Resultados

Los resultados empíricos obtenidos en el desarrollo de este trabajo contribuyen al cuerpo de literatura académica que abarca el análisis de prácticas ambientales proactivas, así como su relación con las prácticas avanzadas de manufactura y el efecto sobre el desempeño del negocio.

Con base en los resultados obtenidos, este trabajo revela la influencia positiva de la adopción de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento sobre el desempeño ambiental de las empresas (soporte a la hipótesis H1). Este resultado es consistente con diversos estudios empíricos (Zhu & Sarkis, 2004; Zhu, Sarkis, & Lai, 2007; Testa & Iraldo, 2010) y con el desarrollo teórico del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento. En este último caso se sustenta que el principal objetivo de este tipo de prácticas es mejorar el desempeño ambiental de las empresas, ya que las prácticas ambientales, tales como la gestión ambiental interna, el eco-diseño, la colaboración ambiental y la logística de reversa se enfocan en desarrollar mecanismos y medidas para disminuir el impacto negativo sobre el medioambiente, mediante el uso eficiente de las materias primas, el desarrollo de programas de prevención de la contaminación y la gestión de los productos al final de su vida útil.

Con referencia a esto, cabe resaltar que la gestión ambiental interna fue uno de los constructos que mostró un mayor efecto (0,382) sobre el desempeño ambiental. Esto

puede ser explicado desde la perspectiva del compromiso de la alta gerencia y los mandos medios con la implementación de prácticas ambientales, lo cual es considerado como un factor determinante para el éxito de la implementación de prácticas ambientales proactivas (Zhu & Sarkis, 2004). Igualmente la colaboración con los consumidores mostró un gran efecto (0,325) sobre el desempeño ambiental, debido a que las relaciones más cercanas con los clientes pueden ayudar a desarrollar capacidades y conocimientos que permiten implementar programas de prevención de la contaminación y prácticas de producción más limpia que ayudan a minimizar el impacto negativo sobre el medioambiente (Florida, 1996; Vachon & Klassen, 2008).

Asimismo los resultados muestran que el eco-diseño tiene una relación directa positiva con el desempeño ambiental, la cual se debe al esfuerzo de las empresas por disminuir el consumo de materias primas y el uso de sustancias peligrosas, al mismo tiempo que se desarrollan productos que faciliten las estrategias de gestión de los productos al final del ciclo de vida de estos. Del mismo modo, se encontró una relación directa entre la logística de reversa y el mejoramiento del desempeño ambiental. A pesar de que esta práctica no ha sido muy desarrollada en Colombia, y que la mayoría de casos de logística de reversa en el país se concentran en grandes empresas, solo existen algunas ejemplos de pequeñas y medianas empresas que han empezado a desarrollar actividades relacionadas con este tipo de prácticas (Monroy & Ahumada, 2006).

A diferencia de los resultados expuestos hasta aquí, el modelo 4 del método de enfoque parcialmente restringido no muestra una relación significativa entre la implementación de compras verdes y el mejor desempeño ambiental. Esto es un hallazgo no esperado, ya que existen diversos trabajos (Carter, Kale, & Grimm, 2000; Zhu & Sarkis, 2004; Large & Gimenez Thomsen, 2011) que encontraron evidencia significativa que sustenta la hipótesis de que la implementación de aspectos ambientales en los procesos de compra en las empresas genera beneficios en el desempeño ambiental. Sin embargo, el bajo impacto de la implementación de esta práctica en el desempeño ambiental de las empresas colombianas puede ser entendido debido al bajo grado de implementación de esta práctica en el país, así como las pocas oportunidades que pueden percibir las empresas en países en vía de desarrollo por implementar estas prácticas.

Por otra parte, es interesante observar que ninguno de los 10 modelos planteados para el desarrollo del presente trabajo mostró evidencia significativa de la relación directa entre las prácticas del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño económico (no soporta H2), lo cual contradice los resultados obtenidos en algunos estudios (Zhu & Sarkis, 2004; Rao & Holt, 2005; Zhu & Sarkis, 2007; Testa & Iraldo, 2010) que han demostrado una relación directa entre estos dos constructos.

Sin embargo, en la literatura no existe un consenso frente a la relación entre las prácticas ambientales y el desempeño económico, ya que a pesar de que esta relación ha recibido una gran atención por parte de los investigadores, no todos los trabajos desarrollados con base en esta relación encuentran evidencia estadística de que las prácticas ambientales pueden generar un mejor desempeño económico (Christmann, 2000). Asimismo, se puede decir que a las empresas que desarrollan sus actividades comerciales en países en vía de desarrollo como Colombia les es más difícil obtener ventajas competitivas de diferenciación ambiental de producto que se reflejen en una mayor rentabilidad debido a que en este tipo de países los clientes no están dispuestos a pagar más por las características medioambientales del producto (Sarumpaet, 2005). Igualmente, a las empresas colombianas les cuesta obtener ventajas competitivas vía reducción de costos, ya que para poder generar este tipo de ventaja es necesario desarrollar una serie de activos complementarios (conocimientos, capacidades y habilidades) que le permitan traducir sus esfuerzos ambientales en un mejor desempeño económico (Christmann, 2000), y la industria nacional está compuesta en su mayoría por pequeñas y medianas empresas, las cuales se caracterizan por su mano de obra poco calificada y su incipiente capacidad de mejora (van Hoof, 2005).

Por otra parte, es importante analizar los resultados obtenidos en LVS en referencia al efecto de la variable de control sobre el desempeño del negocio. En primer lugar, se debe mencionar que no se evidenció ningún efecto del tamaño de la empresa sobre el desempeño ambiental, lo cual indica que los recursos de más a los que puede tener acceso una empresa grande no juegan un papel determinante sobre el desempeño ambiental de la empresa (Zhu & Sarkis, 2004). Sin embargo, en lo que respecta al desempeño económico, los modelos 7, 9 y 10 mostraron un efecto positivo del tamaño de la empresa sobre el desempeño económico de esta. Esto puede verse desde el

paradigma de la firma basado en recursos (RBV), ya que entre más grande sea la empresa será más probable que pueda contar con más y mejores recursos y capacidades que, una vez apalancados estratégicamente, le permitan obtener un mejor desempeño económico.

Analizando el efecto de moderación de la gestión de la calidad total sobre la relación entre el enverdecimiento de las prácticas ambientales y el desempeño tanto económico como ambiental, se encontró que solo iniciativas ambientales específicas se benefician de la implementación de la gestión de la calidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos al correr los 10 modelos bajo el enfoque parcialmente restringido, se pudo establecer que únicamente los modelos 1 y 7 evidenciaron el efecto de moderación de la gestión de la calidad total sobre la relación entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño tanto ambiental como económico.

El modelo 1 mostró que la gestión de la calidad total desempeña el papel de moderador en la relación entre la gestión ambiental interna y el desempeño ambiental (soporte a la hipótesis H3). Esto se debe a que la implementación de programas de gestión de la calidad total le permiten a las empresas desarrollar ciertas capacidades y conocimientos, los cuales le permiten a la empresa moverse más rápido en la curva de aprendizaje en comparación con aquellas empresas que no han implementado prácticas asociadas a programas avanzados de manufactura (Christmann, 2000). Igualmente, el desarrollo de la cultura de la calidad mediante la implementación de programas de educación y capacitación dirigidos a todos los empleados, el desarrollo del compromiso de la alta gerencia con los programas de calidad y la involucramiento de los empleados en el desarrollo de este tipo de prácticas generan el entorno apropiado para la implementación de prácticas ambientales proactivas dentro de las organizaciones.

Del mismo modo, el modelo 8 evidenció un efecto de moderación de la gestión de la calidad total en la relación entre la logística de reversa y el desempeño económico (soporte a la hipótesis H3). Este resultado es consistente con la literatura, ya que la gestión de la calidad total tiene una gran influencia sobre el desempeño y las prácticas

del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, incluso en la literatura se encuentran una gran muestra de resultados, dependiendo de las relaciones aguas arriba (clientes) y aguas abajo (proveedores) (Zhu & Sarkis, 2004). De acuerdo con esto se puede decir que la implementación de gestión de la calidad permite entablar relaciones más estrechas y a largo plazo tanto con proveedores como con clientes, lo cual es un factor determinante para la implementación de prácticas ambientales proactivas (Florida, 1996; King & Lenox, 2001) como la logística de reversa.

Finalmente, vale la pena mencionar que las Hipótesis H5 y H6, las cuales enunciaban el efecto moderador de JIT en la relación entre el enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y el desempeño tanto ambiental como económico no pudieron ser contrastadas debido a que los factores e ítems que conformaban este constructo fueron eliminados durante el desarrollo del análisis exploratorio de factores y del confirmatorio. La eliminación de dichos factores puede ser entendido por el bajo grado de implementación de prácticas de manufactura esbelta que hay en Colombia, ya que este aún es muy bajo en comparación con otros países. Estudios como el desarrollado por Arrieta Posada, Botero Herrera, & Romano Martínez (2010) sustentan que las empresas colombianas se encuentran muy atrás en la adopción de este tipo de prácticas de manufactura y además que algunas prácticas como Kanban, históricamente asociadas con JIT son las menos utilizadas en Colombia. Fuera de esto, JIT no ha tenido la misma penetración en la industria nacional que TQM, ya que no tiene una norma estandarizada como la ISO 9001 que acerque a las empresas a esta filosofía. Por tal motivo es comprensible que TQM tenga un mayor impacto en la industria nacional.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos del modelamiento de ecuaciones estructurales se pudo establecer que las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento tienen un impacto directo sobre el desempeño ambiental de las empresas. Este hallazgo se puede inscribir en que la razón de ser de este tipo de prácticas es mejorar el desempeño ambiental de las empresas, teniendo como principal objetivo disminuir el impacto negativo que puede generar el desarrollo de las actividades industriales sobre el medio ambiente.

En contraste con el primer hallazgo, se pudo determinar de igual forma que la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento no tiene ningún efecto sobre el desempeño económico de las empresas. Para comprender este hallazgo puede acudir al concepto de “compensaciones por innovación”, propuesto por Porter y van der Linde en 1995. Estos autores muestran que la ventaja competitiva que eventualmente resulte de la implementación de una estrategia medioambiental empresarial proactiva se dará con mayor probabilidad y alcance en los casos en que la empresa innove a nivel de modificaciones de proceso y de producto. De otra forma, esto mismo puede explicarse bajo el concepto de que la mayoría de empresas pueden de hecho obtener beneficios económicos marginales de la implementación de prácticas ambientales; sin embargo, estos beneficios no contribuyen sustancialmente a la ventaja competitiva, ya que para alcanzar un éxito económico es necesario realizar un mayor esfuerzo a nivel de las modificaciones de producto y de proceso introducidas, el cual la mayoría de empresas colombianas no

están dispuestas a realizar. Como se pudo establecer en la muestra, el mayor porcentaje de empresas se concentra en pequeñas y medianas empresas, las cuales no cuentan con los recursos necesarios para poder obtener los beneficios que la literatura establece como principales motivadores para la adopción de este tipo de prácticas.

A diferencia del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento - GSCM, en los modelos se observa que el constructo para TQM si está asociado con los beneficios tanto ambientales como económicos. Con base en los resultados se concluye que la adopción de técnicas y herramientas estadísticas, tales como gráficos de control, histogramas y control estadístico de la calidad, asociadas en la literatura con TQM puede contribuir a desarrollar acciones dentro de las empresas que permitan un uso más eficiente de las materias primas y el desarrollo de programas de prevención de la contaminación en la fuente, lo cual puede conllevar beneficios en el desempeño ambiental de las empresas. Del mismo modo, la implementación de TQM puede generar beneficios en materia de disminución de costos de producción y mejoramiento de la calidad de los productos, obteniendo así un crecimiento tanto de los ingresos como de las ganancias, lo cual se ve reflejado finalmente en el desempeño económico.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se establece que la implementación de prácticas y herramientas de TQM en las empresas colombianas puede ayudar a promover escenarios “gana-gana” dentro de las mismas, los cuales facilitan la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimientos y ofrecen oportunidades de obtención de ventaja competitiva para las empresas, como lo sugiere la literatura especializada.

Igualmente, se puede inferir que la implementación de prácticas de TQM le permite a las empresas desarrollar las capacidades y habilidades necesarias para poder obtener beneficios adicionales en la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento.

En particular, para el caso abordado en este trabajo, la interiorización de la cultura de la gestión de la calidad permite establecer las condiciones necesarias para la implementación de prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento, lo

cual se puede verificar en el papel moderador de TQM en la relación entre la adopción por parte de las empresas de este tipo de prácticas ambientales (en particular, la gestión ambiental interna) y su impacto sobre un desempeño ambiental mejorado.

Analizado los resultados de los modelos planteados desde el paradigma de la visión de la firma basada en recursos (RBV), se puede decir que la implementación de las prácticas asociadas a la manufactura esbelta, tales como TQM es un antecedente determinante para la adopción de prácticas ambientales (Christmann, 2000) o sistemas de gestión ambiental, como la ISO 14001 (King & Lenox, 2001). Esto, en razón a que los “activos complementarios” que pueden obtener las empresas gracias a la implementación de dichas prácticas les permiten acceder a los recursos y capacidades requeridos para desarrollar una estrategia de responsabilidad social y ambiental

Es importante analizar los efectos de moderación que se observaron tanto en el modelo 1 como en el modelo 8, en los cuales se puede observar que la implantación conjunta de algunas prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento y TQM pueden potencializar los efectos positivos tanto en el desempeño ambiental como en el desempeño económico.

En el modelo 1 se observa que existe un efecto de moderación de TQM en la relación entre la implementación de prácticas de gestión ambiental interna y el desempeño ambiental, sugiriendo que la implementación de TQM le permite desarrollar a las empresas colombianas una nueva cultura donde existe un gran compromiso tanto de la alta gerencia como de los mandos medios lo cual es un requisito indispensable para la implementación de prácticas ambientales avanzadas. Es así como se observa que la implementación conjunta de las prácticas de gestión ambiental interna junto con TQM potencializa los efectos positivos sobre el desempeño ambiental.

De la misma forma, el modelo 8 muestra un efecto de moderación de TQM en la relación entre las prácticas de logística de reversa y el desempeño económico, el cual es importante resaltar porque muestra los posibles beneficios económicos que se pueden obtener al implementar conjuntamente prácticas de logística de reversa con TQM.

Adicionalmente, como resultado del estudio, la evidencia que soporta los efectos sinérgicos entre GSCM y TQM en el desempeño del negocio muestra que las empresas bogotanas pueden encontrar oportunidades en diferentes áreas, como se refiere a continuación: 1) mejorar su desempeño ambiental corporativo mediante la implementación de prácticas ambientales proactivas a lo largo de la cadena de abastecimiento enfocadas a disminuir los impactos negativos de todas las actividades de la empresa (dentro y fuera de ella) sobre el medioambiente, y 2) adoptar prácticas de reverdecimiento de la cadena de abastecimiento a través de la implementación de prácticas de manufactura avanzada como TQM enmarcadas dentro de la filosofía del mejoramiento continuo que involucren a actores de interés tales como los clientes, proveedores y empleados, soportando dichos procesos en el apoyo y liderazgo de la alta gerencia.

Por otra parte, cabe destacar el aporte de este trabajo en la exploración del uso de métodos de estudio de relaciones de moderación a través de ecuaciones estructurales, ya que este campo de estudio es relativamente nuevo y ha ganado gran importancia dentro del análisis de efectos de interacción, en los cuales todas las variables independientes son constructos latentes conformados por múltiples variables observadas (Marsh, Wen, & Hau, 2006) .

Finalmente, es pertinente mencionar la importancia de este trabajo para la ingeniería industrial, debido a su contribución dentro de una de las facetas más relevantes de la ingeniería industrial hoy día, como lo es el área conocida como “estudios Lean-Green”. Esta área ha ganado un gran protagonismo dentro de la comunidad de investigadores y practicantes de esta disciplina, ya que el desarrollo de procesos ecoeficientes y la disminución del impacto ambiental negativo se ha convertido en uno de los principales retos que la ingeniería industrial deberá enfrentar desde los métodos, conceptos y enfoques propios de esta misma disciplina, junto con la participación de otras áreas y disciplinas del conocimiento.

4.2 Recomendaciones

Con la finalidad de poder comprender mejor la relación entre las prácticas ambientales y la manufactura esbelta, así como la relación de estos dos tipos de prácticas con el desempeño de las empresas, es recomendable revisar en un mayor grado de profundidad la operacionalización y validez del constructo JIT, obteniendo una medición más confiable para el caso colombiano. Esto implica realizar el análisis integrado de la misma (i.e. análisis de validez concurrente) en conjunto con los demás constructos ya validados en esta investigación. Adicionalmente, los antecedentes sobre las motivaciones detrás de la adopción de este tipo de prácticas pueden ayudar a comprender mejor esta relación, por lo cual es importante analizar la participación de algunos *stakeholders* (clientes, proveedores, competidores, regulador, entre otros) en los procesos de adopción de dichas prácticas.

Igualmente, con el fin de robustecer este modelo, es importante integrar nuevos factores al constructo de la manufactura esbelta, tales como la gestión del recurso humano y del conocimiento, para poder comprender mejor la relación entre la manufactura esbelta y las prácticas ambientales proactivas.

Además, se debe analizar la relación entre los tres constructos aquí estudiados, con el fin de establecer qué modelo, ya sea de moderación o mediación representa mejor las interacciones entre estos constructos. A pesar de que en este trabajo se encontró evidencia significativa del efecto de moderación de TQM en la relación entre algunas prácticas del enverdecimiento de la cadena de abastecimiento—como la gestión ambiental interna y la logística de reversa—y el desempeño tanto ambiental como económico, es importante estudiar el papel de mediación que pueden jugar las prácticas de enverdecimiento de la cadena de abastecimiento entre la manufactura esbelta y el desempeño del negocio. En consecuencia, es recomendable desarrollar trabajos que contrasten estas dos líneas de investigación que han venido siendo discutidas en la literatura durante los últimos años.

Por otra parte, es importante que se continúe con el acompañamiento de la Secretaría Distrital de Ambiente a las empresas mediante el desarrollo de programas como ACERCAR o PROMOCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y EL CONSUMO

SOSTENIBLES (PPCS) le permite a las empresas tener un mayor contacto con este tipo de prácticas ambientales proactivas, generando una gran motivación para la adopción de estas en las empresas bogotanas.

Finalmente, se debe tener presente que el desarrollo de trabajos bajo la línea de investigación de la gestión ambiental debe tener un mayor desarrollo dentro de la ingeniería industrial, ya que permite brindar una respuesta desde esta disciplina a la creciente preocupación global de la problemática ambiental asociada al desarrollo económico de los países y de las empresas. Igualmente, es relevante el desarrollo de este tipo de estudios que permiten establecer la relación entre la implementación de prácticas ambientales y el desarrollo de ventajas competitivas, con el fin de generar motivaciones en las organizaciones para la implementación de prácticas ambientales, principalmente en países en vía de desarrollo en los cuales la conciencia ambiental es muy baja y las principales motivaciones de las empresas están determinadas por el factor económico.

A. Anexo: Manufactura Esbelta y Prácticas Ambientales

Tabla 3: Lean y Green

FUENTE	PRINCIPALES HALLAZGOS	METODOLOGÍA
FLORIDA, R. (1996).	<ul style="list-style-type: none"> - La gestión ambiental consiente puede reducir emisiones al mismo tiempo que aumenta la productividad. - Las empresas innovadoras que implementan mejora continua en sus procesos productivos tienen mayores probabilidades de desarrollar innovaciones que incrementen su desempeño ambiental. - La relación y colaboración con los proveedores es un principio fundamental para la implementación tanto de Lean como de Green. 	<p>*Encuestas (muestra de 450 empresas).</p> <p>*Entrevistas telefónicas y trabajo de campo.</p>
KLASSEN, R.D. (2000).	<ul style="list-style-type: none"> - Los programas de prevención de la contaminación pueden mejorar el rendimiento de entregas (JIT). - el JIT incluye la construcción de sistemas de gestión, la reducción de los tiempos y procesos en la fabricación y el desarrollo de asociaciones con los proveedores; elementos necesario para el desarrollo de programas ambientales con mayor eficacia. - la implementación del JIT dentro de los procesos de fabricación es una herramienta muy importante para la reducción de los desechos y el mejoramiento del rendimiento operacional de la empresa. 	<p>*Encuesta y datos del toxic Release Inventory (TRI).</p> <p>*Regresión.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 (Continuación): Lean y Green

FUENTE	PRINCIPALES HALLAZGOS	METODOLOGÍA
ROTHENBERG, S., PIL, F., MAXWELL, J. (2001).	<ul style="list-style-type: none"> - Las Plantas Lean ven las soluciones de “final del tubo” como un escape de recursos, porque este tipo de prácticas no agregan valor, mientras que la prevención en la contaminación sí. - Diferentes aspectos de Lean contribuyen a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. - Encontraron que no todas las técnicas desarrolladas dentro de la filosofía de la manufactura esbelta afectan de manera positiva el rendimiento ambiental de las empresas y la reducción de la contaminación, por lo tanto, esta investigación sugiere que la manufactura esbelta y las prácticas verdes no siempre son compatibles. - Las plantas Lean son más propensas a tener altas emisiones de VOC (compuestos orgánicos volátiles) 	<p>*Encuestas en 31 ensambladoras y entrevistas a 156 empleados en 17 de esas plantas.</p> <p>*Modelo econométrico.</p>
KING, A., LENOX, M. (2001).	<ul style="list-style-type: none"> - Las empresas con certificaciones de calidad como la ISO 900 tienen más probabilidades de implementar sistemas de gestión ambiental como la ISO 14000. - Encontraron evidencia significativa de que la manufactura esbelta es complementaria con programas de prevención de la contaminación y la disminución en la generación de desechos 	<p>*Análisis empírico de 17.499 empresas manufactureras (TRI).</p> <p>*Modelo econométrico y regresiones.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 (Continuación): Lean y Green

FUENTE	PRINCIPALES HALLAZGOS	METODOLOGÍA
ZHU, Q., SARKIS, J. (2004).	<ul style="list-style-type: none"> - Compararon las implementaciones de la ISO 9000 y la ISO 14000, concluyendo que la gestión de la calidad es esencial para mejorar la gestión ambiental en las empresas. - La filosofía Justo a tiempo (JIT) en relación con la gestión ambiental puede ser vista como una espada de doble filo, ya que la implementación de esta puede generar efectos tanto positivos como negativos en el desempeño ambiental de las organizaciones. - Los programas de gestión de calidad son antecedentes muy importantes para la implementación de prácticas de GSCM. - Encontraron evidencia significativa de que los programas de gestión de calidad puede ayudar a mejorar las prácticas externas GSCM y que la falta de estos programas de gestión de calidad realmente puede perjudicar el desempeño ambiental y económico de estas prácticas. 	<p>*186 encuestas realizadas a empresas del sector manufacturero en China.</p> <p>*Regresión jerárquica.</p>
LARSON, T. AND GREENWOOD, R. (2004).	<ul style="list-style-type: none"> - Una de las principales áreas de convergencia entre los principios de la manufactura esbelta y las prácticas verdes es la reducción de desechos. - Las fortalezas y debilidades de la manufactura esbelta y de las “prácticas verdes” muestran que existen grandes oportunidades de integración entre estas dos herramientas para generar beneficios mutuos. 	*Estudio de caso.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 (Continuación): Lean y Green

FUENTE	PRINCIPALES HALLAZGOS	METODOLOGÍA
BERGMILLER, G., MCCRIGHT, P. (2009).	<ul style="list-style-type: none"> - Existen sinergias entre las prácticas de gestión ambiental y Manufactura Esbelta. - Las compañías “Lean” tienen mejores credenciales ambientales (sellos y certificaciones). - Concluyeron de que los sistemas Lean y Green son paralelas por naturaleza y, de hecho, tienen estructuras y elementos muy similares. 	*Revisión de los finalistas del Premio Shingo y la evaluación de los criterios ambientales por medio de un cuestionario.
YANG, C., LIN, S., CHAN, Y., SHEU, C. 2010.	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de programas de mejoramiento continuo (como, (JIT) justo a tiempo y (TQM) gestión de la calidad total), en conjunto con procesos de colaboración con los proveedores pueden crear el entorno propicio para el desarrollo sostenible dentro de las organizaciones. - La inversión en programas de JIT puede ayudar a disminuir la contaminación, a pesar de que esta no sea la intención original. - Las prácticas de TQM y JIT pueden proveer las capacidades necesarias y la cultura para desarrollar un programa proactivo de gestión ambiental en una empresa. 	*107 aplicadas a empresas de la industria eléctrica y electrónica en China y Taiwán. *Modelo de regresión.
YANG, M., HONG, P., MODI, S. (2011).	<ul style="list-style-type: none"> - Existen sinergias entre las prácticas de gestión ambiental y Manufactura Esbelta en cuanto a su enfoque de reducción de desperdicios e ineficiencia. - Encontraron que el conocimiento y las experiencias adquiridas a través de la implementación de “Manufactura Esbelta” es sustancialmente relevante para la adopción de prácticas de gestión ambiental. 	*Encuestas aplicadas a 309 empresas. *Modelo econométrico de ecuaciones estructuradas.

Fuente: Elaboración propia

CUESTIONARIO

1. En las siguientes preguntas por favor indique el **grado de implementación** de las siguientes prácticas o hábitos de trabajo en su empresa, siendo:

1	2	3	4	5	
No la hemos considerado	Hemos pensado en considerarla	La estamos considerando actualmente pero no la hemos implementado	Estamos iniciando su implementación	La hemos implementado completamente	
Compromiso de los directivos de alto nivel con proyectos e iniciativas ambientales en mi empresa	1	2	3	4	5
Apoyo de los jefes de planta y supervisores para el desarrollo de proyectos e iniciativas ambientales en mi empresa	1	2	3	4	5
Cooperación entre los departamentos o áreas de la empresa para desarrollar mejoras ambientales	1	2	3	4	5
Implementación de sistemas de gestión de calidad	1	2	3	4	5
Seguimiento y evaluación del cumplimiento de las normas ambientales o programas de auditoría ambiental	1	2	3	4	5
Certificación ISO 14001	1	2	3	4	5
Compra de productos (materia prima, materiales y empaques) que tengan sellos o certificaciones "verdes"	1	2	3	4	5
Programas de cooperación con proveedores para el desarrollo de objetivos ambientales	1	2	3	4	5
Auditorías ambientales a la gestión interna de sus proveedores	1	2	3	4	5
Evaluación de proveedores por certificación ISO 14001	1	2	3	4	5
Cooperación con los clientes para mejoras ambientales del producto desde la etapa de diseño	1	2	3	4	5
Cooperación con los clientes para desarrollo de prácticas de producción más limpia en mi empresa	1	2	3	4	5
Cooperación con los clientes para desarrollo de procesos de empaque y embalaje que mejoren el desempeño ambiental	1	2	3	4	5
Diseño de mis productos/servicios teniendo en cuenta reducir el consumo de materiales o energía	1	2	3	4	5
Diseño de mis productos/servicios teniendo en cuenta el reuso, reciclaje, o recuperación de materiales o componentes del producto	1	2	3	4	5
Diseño de productos/servicios para evitar o reducir el uso de materiales y/o procesos peligrosos	1	2	3	4	5

Gestión de residuos sólidos 1 2 3 4 5

1.1 Por favor indique el **grado de implementación** de las siguientes prácticas o hábitos de trabajo si la actividad económica de su empresa es de manufactura (no aplica para empresas de servicios), siendo:

1	2	3	4	5
No la hemos considerado	Hemos pensado en considerarla	La estamos considerando actualmente pero no la hemos implementado	Estamos iniciando su implementación	La hemos implementado completamente

Gestión logística (por ejemplo, transporte y almacenamiento) de las devoluciones de productos 1 2 3 4 5

Reventa de productos usados o dañados que fueron reparados 1 2 3 4 5

Clasificación, prueba y evaluación de productos, componentes o empaques/envases usados para su reacondicionamiento (reprocesamiento) 1 2 3 4 5

Reacondicionamiento (reprocesamiento) de productos, componentes o empaques/envases usados 1 2 3 4 5

Reciclaje en planta o fuera de ella de materiales, empaques, componentes o productos 1 2 3 4 5

2. Según su experiencia y conocimiento, para cada uno de los siguientes aspectos **compare** el desempeño ambiental de su empresa con el desempeño ambiental de sus principales competidores, siendo:

1	2	3	4	5
Estamos bastante rezagados (quedados)	Estamos moderadamente rezagados	Tenemos igual desempeño	Les llevamos una ventaja moderada	Les llevamos una ventaja muy amplia; somos los líderes en el sector

Mejoramiento para el uso eficiente de materias primas y recursos 1 2 3 4 5

Reducción del consumo de energía 1 2 3 4 5

Prevención de la contaminación en la fuente 1 2 3 4 5

Reducción en la generación de emisiones contaminantes y residuos 1 2 3 4 5

Reducción del uso de sustancias peligrosas para el medio ambiente 1 2 3 4 5

3. Exprese su **opinión sobre cada una de las siguientes afirmaciones**, para lo cual le solicitamos que por favor tome en cuenta la siguiente escala:

1	2	3	4	5			
Fuertemente en desacuerdo	En desacuerdo	No me decido o no sé	De acuerdo	Fuertemente de acuerdo			
Nos centramos en cumplir con las necesidades y requerimientos de nuestros clientes							
			1	2	3	4	5
Utilizamos mecanismos gráficos de control, reuniones, etc. para retroalimentar a nuestros trabajadores acerca del desempeño de nuestros procesos.							
			1	2	3	4	5
Aplicación del control estadístico de la calidad en productos y procesos productivos							
			1	2	3	4	5
Mantenemos relaciones a largo plazo con mis proveedores							
			1	2	3	4	5
Mantenemos canales de comunicación con mis proveedores para el mejoramiento tanto de sus procesos y productos como de los nuestros.							
			1	2	3	4	5
Incluimos como criterio de selección de mis proveedores que tengan certificaciones							
			1	2	3	4	5

- 3.1. Por favor exprese su opinión sobre cada una de las siguientes afirmaciones si la actividad económica de su empresa es de manufactura (no aplica para empresas de servicios), siendo:

1	2	3	4	5			
Fuertemente en desacuerdo	En desacuerdo	No me decido o no sé	De acuerdo	Fuertemente de acuerdo			
Nos esforzamos para reducir continuamente los tiempos de alistamiento/cambio (cambios rápidos de herramientas)							
			1	2	3	4	5
Tenemos elementos físicos para el control visual de la producción (ejemplo, tarjetas Kanban)							
			1	2	3	4	5
Tenemos una relación estrecha con nuestros clientes que nos permiten responder rápidamente a los cambios en sus necesidades							
			1	2	3	4	5
Nos esforzamos para cumplir con el cronograma o programación diaria de producción							
			1	2	3	4	5
La relación con nuestros proveedores nos permite recibir suministros cuando los necesitamos.							
			1	2	3	4	5
Cumplimos con los tiempos de entrega de productos a nuestros clientes							
			1	2	3	4	5

4. Califique qué tanta **atención** le es prestada a cada una de las siguientes partes interesadas (actores) para las políticas y la gestión—en general—de su empresa, en donde:

1	2	3	4	5
Ninguna	Poca	Moderada	Bastante	Mucha
Clientes			1 2 3 4 5	
Competidores			1 2 3 4 5	
Proveedores			1 2 3 4 5	
Socios / dueños			1 2 3 4 5	
Empleados			1 2 3 4 5	
Gobierno o regulador ambiental			1 2 3 4 5	
Asociaciones o grupos ambientales			1 2 3 4 5	
Asociaciones gremiales			1 2 3 4 5	
Universidades y centros de investigación			1 2 3 4 5	
Empresas líderes en el sector			1 2 3 4 5	

5. Califique la **importancia** que tiene cada una de las siguientes partes interesadas (actores) sobre las decisiones relacionadas con la **gestión ambiental** en su empresa, en donde:

1	2	3	4	5
Ninguna influencia	Poca influencia	Influencia moderada	Influencia fuerte	Influencia muy fuerte
Clientes			1 2 3 4 5	
Competidores			1 2 3 4 5	
Proveedores			1 2 3 4 5	
Socios / dueños			1 2 3 4 5	
Empleados			1 2 3 4 5	
Gobierno o regulador ambiental			1 2 3 4 5	
Asociaciones o grupos ambientales			1 2 3 4 5	
Asociaciones gremiales			1 2 3 4 5	
Universidades y centros de investigación			1 2 3 4 5	
Empresas líderes en el sector			1 2 3 4 5	

6. Califique **el desempeño general de su empresa** para cada uno de los siguientes objetivos **en comparación con el desempeño de las empresas en su mismo sector industrial durante el último año**, siendo:

	1	2	3	4	5
	Mucho peor	Algo peor	Más o menos igual	Algo mejor	Mucho mejor
Rentabilidad neta sobre la inversión				1	2 3 4 5
Crecimiento de las ganancias				1	2 3 4 5
Crecimiento de los ingresos				1	2 3 4 5
Participación en el mercado				1	2 3 4 5

Podría darnos por favor el dato aproximado del % de exportaciones sobre el total de producción: _____ %

C. Anexo: Análisis de cadenas largas repetidas

Tabla 4: Frecuencias del número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor

Valor de cadenas consecutivas de respuestas repetidas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0	26	13,5	13,5
1	54	28,0	41,5
2	46	23,8	65,3
3	35	18,1	83,4
4	18	9,3	92,7
5	9	4,7	97,4
6	3	1,6	99,0
7	2	1,0	100,0
Total	193	100,0	

Figura 21: Histograma de frecuencias para el número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor

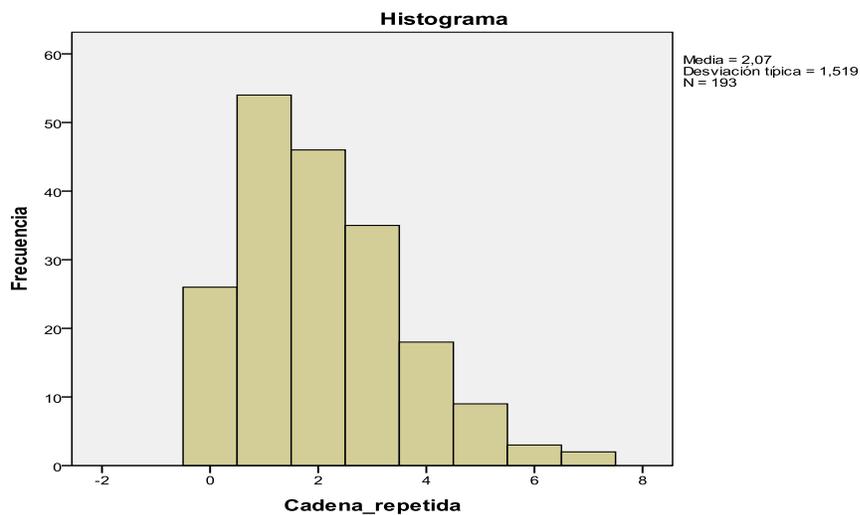
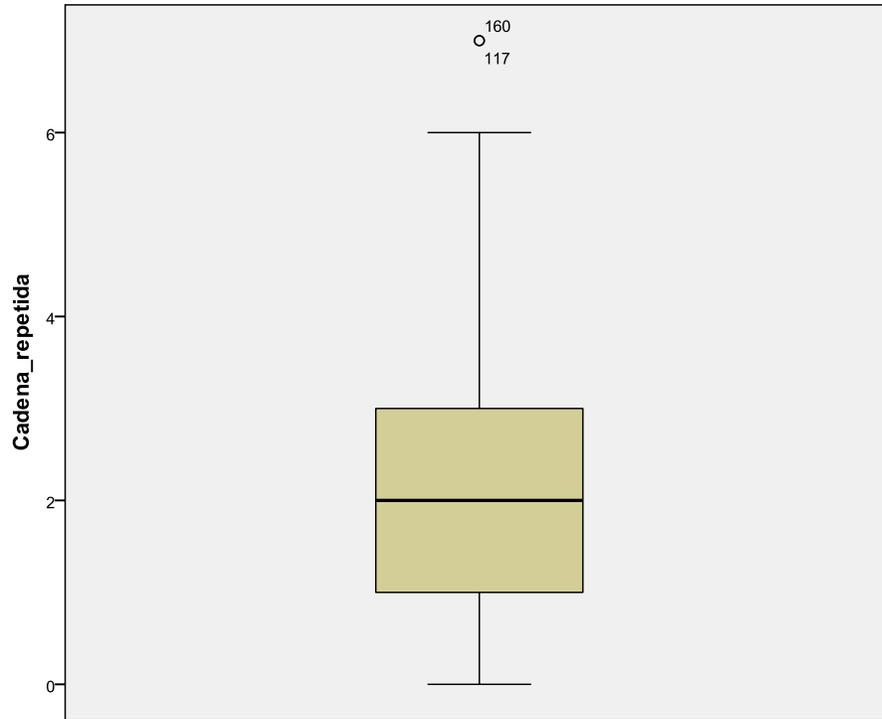


Figura 22: Diagrama de caja para identificar observaciones extremas en número de cadenas de respuestas repetidas con el mismo valor



D. Anexo: Caracterización de la Muestra

Tabla 5: Frecuencias por actividad económica

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Alimentos y Bebidas	11	8.2%
Caucho	2	1.5%
Comercio	11	8.2%
Farmacéutica	3	2.2%
Maderas y Muebles	7	5.2%
Metalúrgico y metalmecánico	34	25.4%
Otras actividades	19	14.2%
Papel, cartón e imprentas	9	6.7%
Productos plásticos y envases	9	6.7%
Productos químicos	9	6.7%
Reciclaje	1	0.7%
Servicios	11	8.2%
Textiles, cuero y calzado	8	6.0%

Figura 23: Frecuencias por actividad económica

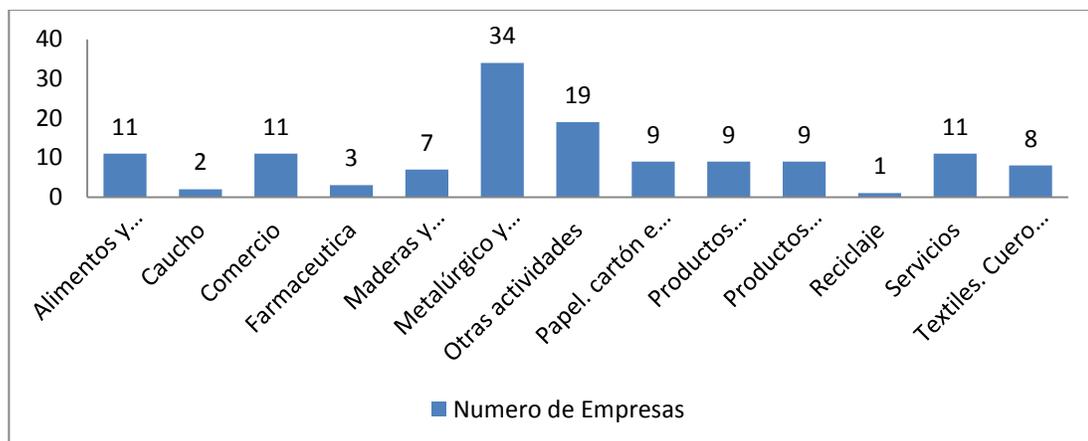
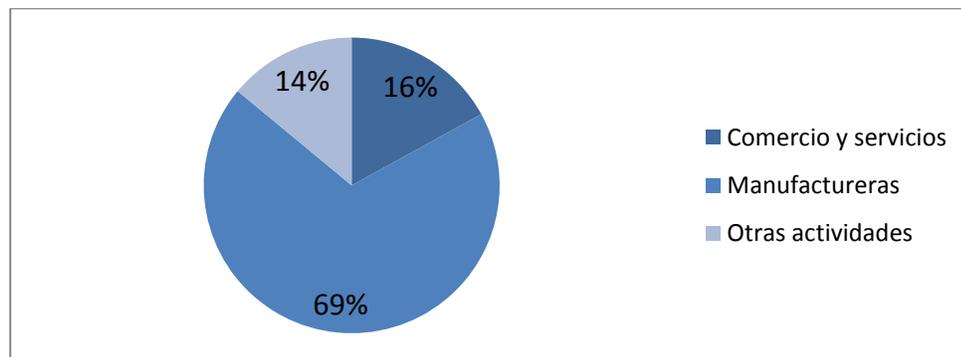
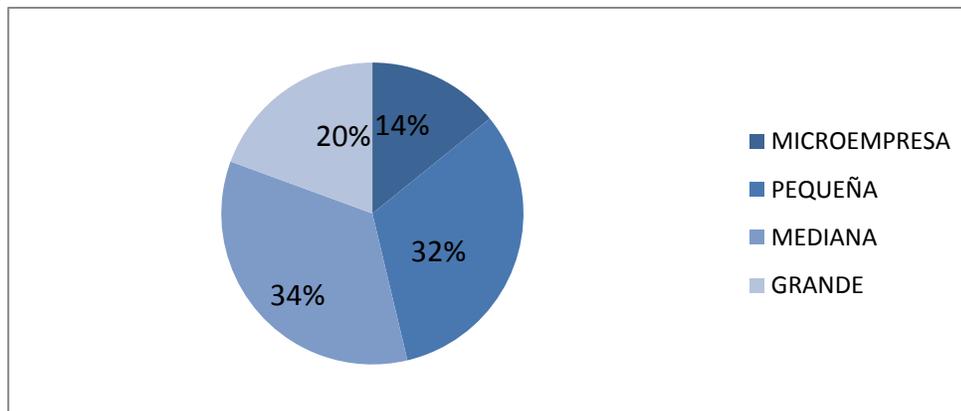


Tabla 6: Frecuencias por sector económico

	COMERCIO Y SERVICIOS	MANUFACTURERAS	OTRAS ACTIVIDADES
FRECUENCIA	22	92	19
PORCENTAJE	16%	69%	14%

Figura 24: Frecuencias por sector económico**Tabla 7:** Frecuencias por tamaño de la empresa.

	MICROEMPRESA	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
FRECUENCIA	19	43	46	26
PORCENTAJE	14%	32%	34%	19%

Figura 25: Frecuencias por tamaño de empresa

E. Anexo: Análisis Exploratorio de Factores

A. Prácticas de Enverdecimiento de la Cadena de Abastecimiento

Tabla 8: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett - GSCM

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,828
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1332,164
	gl	190
	Sig.	,000

Tabla 9: Extracción de factores y cargas - GSCM

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
COOPERACIÓN CON CLIENTES	CC_2 - Cooperación con los clientes para desarrollo de prácticas de producción más limpia en mi empresa	,865	0,871	35,101
	CC_3 - Cooperación con los clientes para desarrollo de procesos de empaque y embalaje que mejoren el desempeño ambiental	,761		
	CC_1 - Cooperación con los clientes para mejoras ambientales del producto desde la etapa de diseño	,759		
GESTIÓN AMBIENTAL INTERNA	IEM_2 - Apoyo de los jefes de planta y supervisores para el desarrollo de proyectos e iniciativas ambientales en mi empresa	,818	0,776	10,360
	IEM_1 - Compromiso de los directivos de alto nivel con proyectos e iniciativas ambientales en mi empresa	,725		
	IEM_3 - Cooperación entre los departamentos o áreas de la empresa para desarrollar mejoras ambientales	,691		
	IEM_5 - Seguimiento y evaluación del cumplimiento de las normas ambientales o programas de auditoría ambiental	,447		
COMPRAS VERDES	GP_1 - Compra de productos (materia prima, materiales y empaques) que tengan sellos o certificaciones "verdes"	,756	0,801	8,519
	GP_2 - Programas de cooperación con proveedores para el desarrollo de objetivos ambientales	,599		
	GP_4 - Evaluación de proveedores por certificación ISO	,594		

	14001			
	GP_3 - Auditorías ambientales a la gestión interna de sus proveedores	,581		

Tabla 10 (Continuación): Extracción de factores y cargas – GSCM

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
LOGÍSTICA DE REVERSA	LR_5 - Reacondicionamiento (reprocesamiento) de productos, componentes o empaques/envases usados	,867	0,802	6,327
	LR_4 - Clasificación, prueba y evaluación de productos, componentes o empaques/envases usados para su reacondicionamiento (reprocesamiento)	,850		
	LR_3 - Reventa de productos usados o dañados que fueron reparados	,753		
ECO - DISEÑO	ECO_3 - Diseño de productos/servicios para evitar o reducir el uso de materiales y/o procesos peligrosos	,841	0,839	5,539
	ECO_2 - Diseño de mis productos/servicios teniendo en cuenta el reusó, reciclaje, o recuperación de materiales o componentes del producto	,740		
	ECO_1 - Diseño de mis productos/servicios teniendo en cuenta reducir el consumo de materiales o energía	,740		
GESTIÓN AMBIENTAL	IEM_4 - Implementación de sistemas de gestión de calidad	,872	0,584	5,237
	IEM_6 - Certificación ISO 14001	,590		
	LR_1 - Gestión de residuos sólidos	,534		

B. Manufactura Esbelta

Tabla 11: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Manufactura Esbelta

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,716
Prueba de esfericidad de Chi-cuadrado aproximado		295,694
Bartlett	gl	36
	Sig.	,000

Tabla 12: Extracción de factores y cargas – Manufactura Esbelta

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
TQM1	TQM_2 - Utilizamos mecanismos gráficos de control, reuniones, etc. para retroalimentar a nuestros trabajadores acerca del desempeño de nuestros procesos.	,849	0,740	34,754
	TQM_3 - Aplicación del control estadístico de la calidad en productos y procesos productivos	,785		

	TQM_6 - Incluimos como criterio de selección de mis proveedores que tengan certificaciones	,720		
--	--	------	--	--

Tabla 12 (Continuación): Extracción de factores y cargas – Manufactura Esbelta

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
TQM2	TQM_4 - Mantenemos relaciones a largo plazo con mis proveedores	,819	0,671	16,121
	TQM_5 - Mantenemos canales de comunicación con mis proveedores para el mejoramiento tanto de sus procesos y productos como de los nuestros	,721		
	TQM_1 - Nos centramos en cumplir con las necesidades y requerimientos de nuestros clientes	,680		
JIT	JIT_6 - Cumplimos con los tiempos de entrega de productos a nuestros clientes	,836	,667	12,830
	JIT_5 - La relación con nuestros proveedores nos permite recibir suministros cuando los necesitamos.	,790		
	JIT_4 - Nos esforzamos para cumplir con el cronograma o programación diaria de producción	,614		

C. Desempeño Económico

Tabla 13: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Desempeño Económico

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,791
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	383,157
	gl	6
	Sig.	,000

Tabla 14: Extracción de factores y cargas – Desempeño Económico

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
DESEMPEÑO ECONÓMICO	DE_2 -Crecimiento de las ganancias	,947	0,888	75,711
	DE_3 - Crecimiento de los ingresos	,935		
	DE_1 -Rentabilidad neta sobre la inversión	,830		
	DE_4 - Participación en el mercado	,753		

D. Desempeño Ambiental

Tabla 15: Prueba de KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett – Desempeño Ambiental

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,881
Prueba de esfericidad de	Chi-cuadrado aproximado	394,658
Bartlett	gl	10
	Sig.	,000

Tabla 16: Extracción de factores y cargas – Desempeño Ambiental

FACTOR	Ítem	Cargas	Alfa de Cronbach	Varianza explicada %
DESEMPEÑO AMBIENTAL	DA_4 - Reducción en la generación de emisiones contaminantes y residuos	,874	,903	72,068
	DA_2 - Reducción del consumo de energía	,863		
	DA_3 - Prevención de la contaminación en la fuente	,862		
	DA_1 - Mejoramiento para el uso eficiente de materias primas y recursos	,844		
	DA_5 - Reducción del uso de sustancias peligrosas para el medio ambiente	,800		

F. Anexo: Análisis confirmatorio de Factores

Tabla 17: Valores de carga de ítems y confiabilidad de constructos para el modelo de CFA con el desempeño ambiental

	IEM	GP	CC	ECO	LR	TQM1	DA
IEM1	0.671						
IEM2	0.925						
IEM3	0.775						
GP2		0.657					
GP3		0.835					
GP4		0.713					
CC1			0.798				
CC2			0.868				
CC3			0.829				
ECO1				0.715			
ECO2				0.874			
ECO3				0.793			
LR3					0.558		
LR4					0.797		
LR5					0.949		
TQM2						0.797	
TQM3						0.739	
TQM6						0.6232	
DA1							0.839
DA3							0.798
DA5							0.714
AVE	0.635	0.546	0.692	0.635	0.616	0.523	0.617

Tabla 18: Valores de carga de ítems y confiabilidad de constructos para el modelo de CFA con el desempeño económico

	IEM	GP	CC	ECO	LR	TQM1	DE
IEM1	0.667						
IEM2	0.944						
IEM3	0.761						
GP2		0.651					
GP3		0.855					
GP4		0.699					
CC1			0.793				
CC2			0.874				
CC3			0.828				
ECO1				0.718			
ECO2				0.873			
ECO3				0.793			
LR3					0.552		
LR4					0.790		
LR5					0.959		
TQM2						0.797	
TQM3						0.739	
TQM6						0.62	
DE1							0.771
DE2							0.944
DE3							0.940
AVE	0.638	0.548	0.693	0.636	0.616	0.522	0.790

Bibliografía

- Ahmada, S., Schroeder, R., & Sinha, K. (2003). The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness. *Journal of Engineering Technology Management, 20*, 161–191.
- Álvarez Gil, M. J., Berrone, P., Husillos, J., & Lado, N. (2007). Reverse logistics, stakeholders' influence, organizational slack and managers' posture. *Journal of Business Research 60*, 463 - 473.
- Alvarez Gil, M. J., Burgos Jimenez, J., & Cespedes Lorente, J. J. (2001). An analysis of environmental management, organizational context and performance of Spanish hotels. *Omega, 29*, 457-471.
- Arrieta Posada, J. G., Botero Herrera, V. E., & Romano Martínez, M. J. (2010). Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 15*, 141-171.
- Ballesteros Silva, P. P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la Manufactura Esbelta en las empresas colombianas. *Scientia et Technica Año XIV(38)*, 223-228.
- Bansal, P., & Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. *Academy of Management Journal, 43*, 717-736.
- Baykoq, Ö. F., & Erol, S. (1998). Simulation modelling and analysis of a JIT production system. *International Journal of Production Economics(55)*, 203-212.
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management, 12*, 332-342.
- Bergman, B., & Klefsjö, B. (2003). *Quality from Customer Needs to Customer Satisfaction* (Second ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Berry, T. H. (1991). *Managing the Total quality*. New York: McGraw-Hill.
- Biggs, C. (2009). *Exploration of the integretaion of Lean and environmental improvement*. Tesis de maestría, Cranfield University, Cranfield.

- Bloemhof-Ruwaard, J. M., Van Wassenhove, L. N., Hordijk, L., & Beek, P. V. (1995). Interactions between operations research and environmental management". *European Journal of Operational Research*, 85, 229-243.
- Bras, B., & McIntosh, M. (1999). Product, process, and organizational design for remanufacture: an overview of research. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 15, 167-178.
- Buysee, K., & Verbeke, A. (2003). Proactive environmental strategies: a stakeholder management perspective. *Strat Manage*.
- Callen, J. L., Fader, C., & Krinsky, I. (2000). Just-in-time: a cross-sectional plant analysis. *International Journal of Production Economics*(63), 277–301.
- Carter, C. R., & Ellram, L. M. (1998). Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*, 19, 85-102.
- Carter, C. R., Kale, R., & Grimm, C. M. (2000). Environmental purchasing and firm performance: an empirical investigation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36, 219–228.
- Carter, C., & Carter, J. (1998). Interorganizational determinants of environmental purchasing: initial evidence from the consumer products industries. *Decision Sciences*, 29, 659-684.
- Carter, C., Ellram, L., & Ready, K. (1998). Environmental purchasing: benchmarking our German counterparts. *International Journal of Purchasing & Materials Management*, 34, 28-38.
- Christmann, P. (2000). Effects of «best practices» of environmental management on cost advantage: the role of complementary assets. *Academy of Management Journal*, 43(IV), 663-680.
- Corbett, C., & Klassen, R. (2006). Extending the Horizons: Environmental Excellence as Key to Improving Operations. *Manufacturing & Service Operations Management*, 8, 5-22.
- Corbett, C., & Van Wassenhove, L. (1993). The green fee: internalizing and operationalizing environmental issues. *California Management Review*, 26, 116-135.
- Couper, M. (2000). Web Surveys. *Public Opinion Quarterly*, 64, 464-494.
- Creswell, J. (2003). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Second Edition ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Creswell, J., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks Calif.: SAGE Publications.

- Dale, B. G. (1999). *Managing Quality*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Darnall, N., Jolley, G. G., & Handfield, R. (2008). Environmental management systems and green supply chain management: complements for sustainability? *Business Strategy and the Environment*, 18, 30-45.
- Daugherty, P., Myers, M., & Richey, R. (2002). Information support for reverse logistics: the influence of relationship commitment. *Journal Business Logist* 2002, 23(1):85–106.
- Davies, J., & Hochman, S. (2007). The greening of the supply chain. *Supply Chain Management Review*, 11, 13-14.
- de Treville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*(24), 99-123.
- Dean, J., & Snell, S. (1991). Integrated manufacturing and job design: moderating effects of organizational inertia. *Academy of Management Journal*, 34, 776–804.
- Delmas, M., & Toffel, M. (2004). Stakeholders and environmental management practices: an institutional framework. *Business Strategy and the Environment*, 13, 209-222.
- Dennis, P. (2002). *Lean Production simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful System*. New York: Productivity Press.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2000). *Handbook of qualitative research* (Second Edition ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Diabat, A., & Govindan, K. (2011). An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling.*, 55, 659-667.
- Domínguez Machuca, J. A., García González, S., Domínguez Machuca, M. A., Ruiz Jiménez, A., & Álvarez Gil, M. J. (1995). *Dirección de operaciones, aspectos tácticos y operativos en laproducción y los servicios*. Madrid: McGraw Hill.
- Eltayeba, T. K., Zailani, S. B., & Ramayahc, T. (2011). Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: Investigating the outcomes. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 495-506.
- Esty, D., & Winston, A. (2006). *Green to gold : how smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage*. New Haven [Conn.]: Yale University Press.

- Fernández, A., Álvarez Gil, M., & González, P. (2004). *Logística Inversa y Medio Ambiente. Aspectos Estratégicos y Operativos*. McGraw-Hill. .
- Fernández, I. (2004). *Análisis de la logística reversa en el entorno empresarial: Una aproximación cualitativa. Tesis presentada a la Universidad de Oviedo, para optar al título de Doctor*.
- Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J., & Van Wassenhove, L. N. (2001). The impact of product recovery on logistics network design. *Production & Operations Management, 10*, 156-173.
- Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R., & Flapper, S. (2000). A characterization of logistics networks for product recovery. *Omega, 28*, 653-666.
- Florida, R. (1996). Lean and green: the move to environmentally conscious manufacturing. *California Management Review, 39*, 80-105.
- Flynn, B., Sakakibara, S., & Schroeder, R. (1995). Relationship between JIT and TQM: practices and performance. *Academy of Management Journal, 38*, 1325-1360.
- Freeman, R. (1984). *Strategic management : a stakeholder approach*. Boston: Pitman.
- Frosch, R. (1994). Industrial ecology: minimizing the impact of industrial waste. *Physics Today, 47*, 63-68.
- Galdeano Gómez, E., Céspedes Lorente, J., & Martínez del Río, J. (2008). Environmental performance and spillover effects on productivity: evidence from horticultural firms. *Journal of Environmental Management. Journal of Environmental Management, 88*, 1552-1561.
- Garvin, D. (1988). *Managing Quality*. New York: The Free Press.
- Geffen, C., & Rothenberg, S. (2000). Suppliers and environmental innovation: the automotive paint process. *International Journal of Operations and Production Management, 20*, 166-186.
- Gershenson, J., & Ishii, K. (1993). Life-cycle serviceability design. En A. Kusiak, *Concurrent Engineering: Automation, Tools and Techniques* (págs. 363-384). New York: Jhon Wiley & Sons.
- Geyer, R., & Jackson, T. (2004). Supply loops and their constraints: the industrial ecology of recycling and reuse. *California Management Review, 46*, 55-73.
- Gilbert, S. (2001). Integrated Summary - Greening supply chain: enhancing competitiveness through green productivity. En A. -A. Organization, *Greening supply chain: enhancing competitiveness through green productivity* (págs. 1-6). Tapei.

- Gill, J., & Johnson, P. (2002). *Research Methods for Managers* (Third Edition). Londond: Sage Publishing.
- Giudice, F., La Rosa, G., & Risitano, A. (2006). *Product Design for the Environment: A Life Cycle Approach*. Boca Raton: CRC Press.
- Godfrey, R. (1998). Ethical purchasing: developing the supply chain beyond the environment. En T. Russel, *Greener Purchasing: Opportunities and Innovations* (págs. 244-251). Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Goldsby, T., & Stank, T. (2000). World class logistics performance and environmentally responsible logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 21, 187-208.
- González Benito, J., & González Benito, O. (2005). Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis. *Omega*, 33, 1-15.
- Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (1995). *Industrial Ecology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Green, K., Morton, B., & New, S. (1996). Purchasing and environmental management: interaction, policies and opportunities. *Business Strategy and the Environment*, 5, 188-197.
- Green, K., Morton, B., & New, S. (1998). Green purchasing and supply policies: do they improve companies' environmental performance? *Supply Chain Management: An International*, 3(II), 89-95.
- Guide, V. (2000). Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. *Journal of Operations Management*, 18, 467-483.
- Guide, V., Kraus, M. E., & Srivastava, R. (1997). Product structure complexity and scheduling of operations in recoverable manufacturing. *Journal of Production Research*, 35, 3179-3199.
- Guide, V., Spencer, M. S., & Srivastava, S. (1997). An evaluation of capacity planning techniques in a remanufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 35, 67-82.
- Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36, 811-853.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2009). *Multivariate data analysis : a global perspective* (Seventh Edition). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1999). *Analisis Multivariante* (Fifth Edition). Madrid: Prentice Hall Iberia.

- Hall, J. (2000). Environmental supply chain dynamics. *Journal of Cleaner Production*, 8, 455-471.
- Handfield, R. B., Walton, S. V., Seegers, L. K., & Melnyk, S. A. (1997). Green value chain practices in the furniture industry. *Journal of Operations Management*, 15, 293-315.
- Handfield, R. B., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: a study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141, 70-87.
- Hansen, J. D., Melnyk, S. A., & Calantone, R. (2004). Core values and environmental management: a strong inference approach. *Greener Management International*, 46, 29-40.
- Hansmann, K. W., & Kroger, C. (2001). Environmental management policies. En J. Sarkis, *Green Manufacturing Operations: From design to delivery and back* (págs. 192-204). Sheffield: Greenleaf Publishing .
- Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm . *Academy of Management Review* 20, 986: 1014.
- Haversjö, T. (2000). The financial effects of ISO 9000 registration for Danish companies. *Managerial Auditing Journal*, 15, 47– 52.
- Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production*, 17, 1444-1452.
- Jayaraman, V., & Luo, Y. (2007). Creating Competitive Advantages Through New Value Creation: A Reverse Logistics Perspective. *Academy of Management Perspectives*, May2007, Vol. 21 Issue 2., p56-73, 18p.
- Jayaraman, V., Patterson, R. A., & Rolland, E. (2003). The design of reverse distribution networks: models and solution procedures. *European Journal of Operational Research*, 150, 128-149.
- Johansson, G. (2002). Success factors for integration of eco-design in product development: a review of state of the art. *Environmental Management and Health*, 13, 98-107.
- Judge, W., & Douglas, T. (1998). Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. *Journal of Management Studies*, 35, 241–262.

- Kaiser, B., Eagan, P. D., & Shaner, H. (2001). Solutions to health care waste: life-cycle thinking and 'green' purchasing. *Environmental Health Perspectives*, 109, 205-207.
- Kanji, G. K. (1990). Total Quality Management: the second industrial revolution. *Total Quality Management*, 1, 3-12.
- Kanji, G. K., & Ascher, M. (1993). *Advances in Total Quality Management – Total Quality Management Process. A Systematic Approach*. Oxfordshire: Carfax Publishing Company.
- Karagozoglu, N., & Lindell, M. (2000). Environmental Management: Testing the Win-Win. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, 817-829.
- Kidwell, M. (2006). Lean Manufacturing and the Environment: Ignoring the 8th Deadly Waste Leaves Money on the Table. *Target*, 22(VI), 13-18.
- King, A., & Lenox, M. (2001). Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10, 244-256.
- Kinney, M., & Wempe, W. F. (2002). Further Evidence on the Extent and Origins of JIT's Profitability Effects. *The Accounting Review*, 77, 203-225.
- Kitazawa, S., & Sarkis, J. (2000). The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs. *International Journal of Operations and Production Management*, 20, 225-248.
- Klassen, R. D. (2000). Just-in-time manufacturing and pollution prevention generate mutual benefits in the furniture industry. *Interfaces*, 30, 95-106.
- Klassen, R. D., & McLaughlin, C. P. (1996). The impact of environmental management. *Management Science*, 42(8), 1199-1214.
- Klassen, R. D., & Whybark, D. C. (1999). The Impact of Environmental Technologies on Manufacturing Performance. *The Academy of Management Journal*, 42, 599-615.
- Kleindorfer, P. R., & Saad, G. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, 14, 53-68.
- Kleindorfer, P., Singhal, K., & Van Wassenhove, L. (2005). Sustainable operations management. *Production and Operations Management*, 14, 482-492.
- Kocabasoglu, C., Prahinski, C., & Klassen, R. D. (2007). Linking forward and reverse supply chain investments: The role of business uncertainty. *Journal of Operations Management*, 25, 1141-1160.

- Kogg, B. (2003). Greening a cotton-textile supply chain. *Greener Management International*, 43, 53-64.
- Lamming, R., & Hampson, J. (1996). The environment as a supply chain management issue. *British Journal of Management*, 7, 45-62.
- Large, R. O., & Gimenez Thomsen, C. (2011). Drivers of green supply management performance: Evidence from Germany. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 17, 176–184.
- Larson, T., & Greenwood, R. (2004). Perfect complements: synergies between lean production and eco-sustainability initiatives. *Environmental Quality Management*, 13(IV), 27-36.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. New York: McGraw-Hill.
- Lin, B., Jones, C., & Hsieh, C. (2001). Environmental practices and assessment: a process perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 101, 71-80.
- Lin, R.J. (2011). Moderating effects of total quality environmental management on environmental performance. *African Journal of Business Management*, 5, 8088-8099.
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: an introduction. *Journal of Operations Management*, 25, 1075-1082.
- Lippmann, S. (1999). Supply chain environmental management: elements for success. *Corporate Environment Strategy*, 6, 175-182.
- López Gamero, M., Molina Azorín, J., & Claver Cortés, E. (2009). The whole relationship between environmental variables and firm performance: Competitive advantage and firm resources as mediator variables. *Journal of Environmental Management*, 90, 3110–3121.
- Lund, R. T. (1984). Remanufacturing. *Technology Review*, 82, 18-29.
- Marsh, H. W., Wen, Z. L., & Hau, K. T. (2006). Structural equation models of latent interaction and quadratic effects. En G. R. Hancock, & R. O. Mueller, *A second course in structural equation modeling* (págs. 225-265). Greenwich: Information Age Publishing.
- Maynard, H. (2001). *Maynard's industrial engineering handbook* (5th ed ed.). New York: McGraw-Hill.

- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C., y otros. (2001a). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22, 1-25.
- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C., y otros. (2001b). What is supply Chain Management? En J. T. Mentzer, *Supply Chain Management* (págs. 1-25). Thousand Oaks: Sage Publication Inc.
- Mia, L. (2000). Just-in-time manufacturing, management accounting systems and profitability. *Accounting and Business Research*, 30, 137.
- Milakovich, M. E. (1990). Total quality management in the public sector. *National Productivity review*(2), 195-215.
- Min, H., & Galle, W. P. (2001). Green purchasing practices of US firms. *Journal of Operations & Production Management*, 21, 1222-1238.
- Min, H., Jayaraman, V., & Srivastava, R. (1998). Combined location-routing problems: a synthesis and future research directions. *European Journal of Operational Research*, 108, 1-15.
- Mitchell, R., Agle, B., & Wood, D. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. *Acadademic Management Review*, 22(4):853–86.
- Mollenkopf, D., & Closs, D. (2005). The hidden value in reverse logistics. *Supply Chain Management Review*, 9, 34-43.
- Mollenkopf, D., Stolze, H., Tate, W. L., & Ueltschy, M. (2010). Green, lean, and global supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40, 14-41.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Georgia: Engineering & Management Press.
- Monroy, N., & Ahumada, M. C. (2006). Logística Reversa: Retos para la Ingeniería Industrial. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 23, 23-33.
- Moreno Mantilla , C., & Reyes Rodríguez, J. (2010). Environmental Strategy and Organizational Capabilities: An Exploration of the Natural-Resource-Based View with a Focus on Colombian Firms. *Combi2010 - Conference Proceedings* (págs. 16-43). Helsinki: Laurea Publications.
- Mulder, L. (1998). Green purchasing: does it make sense? *Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Electronics and the Environmen*, (págs. 123-128). Illinois.

- Murillo, J. (2007). *Análisis Multiteórico de la Estrategia Medioambiental de la Empresa, Universidad de Zaragoza*. Trabajo para optar al título de doctor.
- Narasimhan, R., & Carter, J. (1998). *Environmental Supply Chain Management*. Arizona: The Center for Advanced Purchasing Studies.
- Navin-Chandra, D. (1991). Design for environmentability. *Proceedings of ASME conference on Design Theory and Methodology*, (págs. 119-125). Miami.
- Nawrocka, D. (2008). Inter-organizational use of EMSs in supply chain management: some experiences from Poland and Sweden. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 15, 260-269.
- Ohno, T. (1995). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Portland: Productivity Press Inc.
- Overby, C. (1979). Product desing for recyclability and life extension. *Proceedings of American Societyof Engineering Education Annual Conference*, (págs. 181-196). Baton Rouge.
- Overby, C. (1990). Design for the entire life-cycle: A new paradigm? *Proceedings of American Society of Engineering Educationb Annual Conference*, (págs. 552-563). Toronto.
- Palmer, K., Oates, W. E., & Portney, P. R. (1995). Tightening environmental standards: The benefit-cost or the no-cost paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 9, 119-132.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*(2), 127-142.
- Pokharel, S., & Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: A review. *Journal Resources, Conservation and Recycling* 53, 175–182.
- Ponterotto, J. G., & Grieger, I. (1999). Merging qualitative and quantitative perspectives in a research identity. En M. Kopala, & L. A. Suzuki, *Using qualitative methods in psychology* (págs. 49-62). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Porter, M. (1985). *Competitive advantage : creating and sustaining superior performance*. New York: London: Free Press ;Collier Macmillan.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995b). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 73, 120-134.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995a). Toward a new conception of the environmentment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.

- Psychogios, A. G., & Constantinos-Vasilios, P. (2007). Understanding Total Quality Management in Context Qualitative Research on Managers' Awareness of TQM Aspects in the Greek Service Industry. *The Qualitative Report*, 12(1), 40-66.
- Ramarapu, N., Mehra, S., & Frolick, M. (1995). A comparative analysis and review of JIT "implementation" research. *International Journal of Operations y Production Management*(15), 38 - 49.
- Rao , P., & Holt, D. (2005). Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? *International Journal of Operations & Production Management* 2005;25(9):898–916., 898-916.
- Rao, S. (1992). *Reliability-Based Design*. New York: McGraw-Hill.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting & Social Change* 72, 1011-1029.
- Reed, R., Lemak, D. J., & Neal, P. M. (2000). Total quality Management and sustainable competitive advantage. *Journal of Quality Management*, 5, 5-26.
- Reinhardt, F. L. (1999). Market failure and the environmental policies of firms; Economic rationales for "beyond compliance" behavior. *Journal of Industrial Ecology*, 3, 9-21.
- Restrepo Correa, J. H., Medina, P. D., & Cruz, E. A. (2009). COMO REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN. *Scientia et Technica Año XV*(41), 177-180.
- Rettab, B., & Ben Brik, A. (2008). *Green supply chain in Dubai*. Dubai: UAE: Dubai Chamber Centre for Responsible Business.
- Reyes Rodriguez, J. F. (2011). *Recursos y capacidades relacionados con sistemas y tecnologias de informacion en la teoria vision de la firma basada en recursos naturales una aproximacion a la validacion empirica del modelo en empresas colombianas*. Tesis de Maestria.
- Rodríguez, M., & Ricart, J. (1998). *Dirección medioambiental de la empresa. Gestión estrategica del reto medioambiental: Conceptos, ideas y herramientas*. Barcelona: Gestión 2000.
- Rogers, D., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal Bus Logis*, 22(2):129–48.
- Roome, N., & Wijen, F. (2006). Stakeholder power and organizational learning in corporate environmental management. *Organization Studies* 27 (2), 235–263.
- Rothenberg, S., Pil, F., & Maxwell, J. (2001). Lean, green, and the quest for environmental performance. *Production and Operations Management*, 10, 228-243.

- Roy, R., & Whelan, R. C. (1992). Successful recycling through value-chain collaboration. *Long Range Planning*, 25, 62-71.
- Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of Management Journal*(40), 534-559.
- Sarimveis, H., Patrinos, P., Tarantilis, C., & Kiranoudis, C. (2008). Dynamic modeling and control of supply chain systems: A review. *Computers & Operations Research*, 35, 3530-3561.
- Sarkis, J. (1998). Evaluating environmentally conscious business practices. *European Journal of Operational Research*, 107, 159-174.
- Sarkis, J. (2001). *Greener Manufacturing and Operations: From Design to Delivery and Back*. Sheffield: Greenleaf.
- Sarkis, J., González_Torres, P., & Adenso-Díaz, B. (2010). Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, 163-176.
- Sarumpaet, S. (2005). The relationship between environmental performance and financial performance of Indonesian companies. *Jurnal Akuntansi & Keuangan*, 7, 89- 98.
- Sashkin, M., & Kiser, K. J. (1993). *Putting total quality management work*. San Francisco: Barrett-Koehler Publishers.
- Schumacker , R., & Lomax, R. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling* (Second Edition ed.). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*(25), 785–805.
- Sharma, D. (2005). The association between ISO 9000 certification and financial performance. *The International Journal of Accounting*, 40, 151– 172.
- Sharma, S., & Vredenburg, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities . *Strategic Management Journal*, Vol. 19, 729-753.
- Shewhart, W. (1931). *Economic control of quality of manufactured product*. New York: D. Van Nostrand Company, Inc.
- Shrivastava, P. (1995a). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 16, 183-200.
- Shrivastava, P. (1995b). The role of corporations in achieving ecological sustainability. *Academy of Management Review*, 20, 936-960.

- Simmons, B. L., & White, M. A. (1999). The relationship between ISO 9000 and business performance: Does registration really matter? *Journal of Managerial Issues*, 11, 330–343.
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9, 53–80.
- Testa, F., & Iraldo, F. (2010). Shadows and lights of GSCM (Green Supply Chain Management): determinants and effects of these practices based on a multi-national study. *Journal of Cleaner Production*, 18, 953-962.
- Theyel, G. (2001). Customer and supplier relations for environmental performance. *Greener Management International*, 35, 61-69.
- Tu, Q., Vonderembse, M. A., Ragu-Nathan, T. S., & Sharkey, T. W. (2006). Absorptive capacity: enhancing the assimilation of time-based manufacturing practices. *Journal of Operations Management*, 24, 692–710.
- Tyndall, G., Gopal, C., Partsch, W., & Kamauff, J. (1998). *Supercharging Supply Chains: New Ways to Increase Value Through Global Operational Excellence*. New York: John Wiley & Sons.
- UNESCO International Institute for Educational Planning. (2005). *Quantitative research methods in educational planning - Sample design for educational survey research*. Paris: IIEP's print shop.
- Vachon, S., & Klassen, R. D. (2006). Extending green practices across the supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26, 795-821.
- Vachon, S., & Klassen, R. (2008). Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 111, 299-315.
- van Hoof, B. (2005). *Políticas e instrumentos para mejorar la gestion ambiental de las pymes en Colombia y promover su oferta en materia de bienes y servicios ambientales*. Santiago de Chile: CEPAL - División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing, Guía Basica*. Mexico: Limusa Noriega Editores.
- Walker, H., Di Sisto, L., & Mcbain, D. (2008). Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: lessons from the public and private sectors. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 14, 69-85.
- Wever, G. H., & Vorhauer, G. F. (1993). Kodak's framework and assessment tool for implementing TQEM. *Environmental Quality Management*, 3, 19-30.

- White, R. E., & Prybutok, V. (2001). The relationship between JIT and type of production system. *Omega*(2), 113-124.
- Wilkerson, T. (2005). Can One Green Deliver Another? *Harvard Business Review, Supply Chain Strategy*, 1-2.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the world*. New York: Rawson Associates.
- Yang, C., Lin, S., Chan, Y., & Sheu, C. (2010). Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: An empirical study. *Internatinal Journal of Production Economics*, 123, 210-220.
- Yang, M. G., Hong , P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129, 251–261.
- Yusof, S. M. (1999). Critical review of total quality management. *Journal Mekanikal*(2), 54-74.
- Zhang, H. C., Kuo, T. C., Lu, H., & Huang, S. H. (1997). Environmentally conscious design and manufacturing: a state-of-the-art survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 16, 352-371.
- Zhu, Q., & Geng, Y. (2001). Integrating environmental issues into supplier selection and management. *Greener Management International*, 35, 27-40.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22, 265-289.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2006). An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices. *Journal of Cleaner Production*, 14, 472-486.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2007). The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance. *International Journal of Production Research*, 45, 4333-4355.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics*, 111, 261-273.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, Y. (2007). Green supply chain management in China: pressure, practices, and performance within the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 25, 1041-1052.

Zsidisin, G. A., & Siferd, S. P. (2001). Environmental purchasing: a framework for theory development. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 61-73.