



ANIVERSARIO

Revista Venezolana de Gerencia



COMO CITAR: Orozco-Crespo, E., Sablón-Cossío, N., Taboada-Rodríguez, C. M., y Staudt, F. H. (2021). Cadena de suministro del sector textil: indicador integral para la evaluación del desempeño. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(Especial 6), 574-591. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e6.35>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 26 No. Especial 6 2021, 574-591
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Cadena de suministro del sector textil: indicador integral para la evaluación del desempeño

Orozco-Crespo, Erik*
Sablón-Cossío, Neyfe**
Taboada-Rodríguez, Carlos Manuel***
Staudt, Francielly Hedler****

Resumen

En los países latinoamericanos las pequeñas y medianas empresas se enfrentan a enormes desafíos, como el de insertarse en las cadenas de suministros. Aun así, en estas existen otras limitantes, el registro informal de la información de la gestión y la falta de datos históricos en estas empresas inciden en la toma de decisiones empíricas en relación a la planificación y control de la gestión. En estas condiciones, el objetivo de la investigación es elaborar un indicador integral para la evaluación del desempeño de las medianas y pequeñas empresas que conforman la cadena de suministro textil en el Ecuador, que propicie la toma de decisiones para la sostenibilidad de estas. Se diseñó un procedimiento, y se utilizan las herramientas de: recogida de información de la literatura, el método de expertos, el triángulo de Fuller, y la simulación para la identificación de los rangos de las métricas (aporte metodológico). Como resultado, se definió el indicador integral de la cadena de suministro de camisetas en el norte de Ecuador. El mismo es evaluado de Regular, determinado principalmente por el indicador de costo de proceso. Se concluye que en este último se concentran las mayores oportunidades de mejora, aporte práctico de esta investigación. Además, se demostró la aplicabilidad del procedimiento diseñado en la cadena objeto de estudio.

Palabras clave: cadena de suministro; evaluación; desempeño; simulación de eventos discretos.

Recibido: 16.02.21 Aceptado: 23.06.21

* Docente, Universidad Técnica del Norte, e investigador del Grupo de Producción y Servicios, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. E-mail: erikcopo@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2811-6243>

** Docente investigador, Grupo de Producción y Servicios, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. E-mail: nsabloncossio@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6691-0037>. (Autor para la correspondencia)

*** Docente investigador, Universidad Federal Santa Catarina, Brasil. E-mail: tabcarlos@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2328-378X>

**** Docente investigador, Universidad Federal Santa Catarina, Brasil. E-mail: franhedler@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3221-1067>

Textile sector supply chain: comprehensive indicator for performance evaluation

Abstract

In Latin American countries, small and medium-sized companies face enormous challenges, such as inserting themselves into supply chains. Even so, in these there are other limitations, the informal registration of management information and the lack of historical data in these companies affect empirical decision-making in relation to planning and management control. Under these conditions, the objective of the research is to develop a comprehensive indicator for evaluating the performance of medium and small companies that make up the textile supply chain in Ecuador, which encourages decision-making for their sustainability. A procedure was designed, and the tools of: collection of information from the literature, the expert method, Fuller's triangle, and simulation are used to identify the ranges of the metrics (methodological contribution). As a result, the integral indicator of the supply chain of t-shirts in northern Ecuador was defined. It is evaluated as Regular, determined mainly by the process cost indicator. It is concluded that the greatest opportunities for improvement are concentrated in the latter, a practical contribution of this research. In addition, the applicability of the procedure designed in the chain under study was demonstrated.

Keywords: supply chain; evaluation; performance; discrete event simulation.

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) constituyen un elemento protagónico en la economía de los países latinoamericanos. Estas contribuyen de manera significativa en: la generación de empleos, la innovación y el crecimiento de los mercados (Alomoto, 2010; Alomoto et al, 2014; Ates & Bititci, 2011; Mathur et al, 2012; Rincón et al, 2010). En este sentido, se justifica la necesidad de que las PyMES se inserten en las cadenas de suministro (CS) debido a que se ha convertido en un nuevo enfoque importante para que las empresas para sus sostenibilidad y ganar en competitividad (Moreno et al, 2021; Alomoto et al, 2014; Chin et al, 2012; Ruiz et al, 2012; Shokri

et al, 2010). Si bien dicha inserción proporciona beneficios de calidad, costo, servicio al cliente, apalancamiento e incluso reducción de riesgos, también las expone a otros riesgos de gestión y control (Arend & Wisner, 2005).

Diversos estudios en el entorno latinoamericano evidencian las limitaciones de la implementación en CS compuestas mayoritariamente por PyMES (Cano et al, 2015; Cuervo, 2018; Spina et al, 2016; Zuluaga et al, 2014). Estas restricciones se concentran en: el bajo enfoque de CS, la poca disponibilidad de recursos, el débil soporte de las tecnologías de la información y las comunicaciones, las barreras culturales y organizativas, la débil infraestructura técnica y física, la escasez de profesionales cualificados

y con experiencia, el predominio de tecnologías de producción obsoletas y no integradas y la alta dependencia de las importaciones (Georgise et al, 2013, 2016). Las anteriormente mencionadas se manifiestan en el Ecuador, y en específico en las PyMEs de la CS del norte del país (Sablón et al, 2018).

A esto se suma, la baja planificación y control en relación a las necesidades de los clientes y la inexistencia de datos históricos que permitan evaluar el desempeño de las PyMEs de la cadena objeto de estudio. Estos elementos provocan una baja sostenibilidad de estas PyMEs. Junto con la cercanía de un mercado competitivo como Colombia en el caso del sector textil. Debido a ello, el objetivo de este artículo es elaborar un indicador integral para la evaluación del desempeño de las medianas y pequeñas empresas que conforman la CS textil en el Ecuador, que propicie la toma de decisiones para la sostenibilidad de estas empresas, resaltando como antecedente importante en esta investigación el trabajo de Moreno (2019) enmarcada en el proyecto de investigación de Sablón et al, (2018), en la que se planteó la evaluación del desempeño de la CS de producción de camisetas de las PyMEs del norte del Ecuador.

2. Cadenas de suministros: Indicadores de gestión

En relación a una búsqueda en la base de datos Scopus sobre evaluación del desempeño de las CS a través de indicadores integrales desde el 2015 al 2020, se identificaron 73 artículos referentes a esta temática. La tendencia de utilizar indicadores integrales en el transcurso de tiempo disminuye en esta base de datos. A pesar de ello, existe la necesidad de nuevas metodologías

para la definición de indicadores y su aplicación en el contexto ecuatoriano, y en específico en el sector textil este sigue siendo un reto teórico, metodológico y práctico.

Las aplicaciones de estos se desarrollaron en diferentes áreas del conocimiento según la base de datos de Scopus. Las investigaciones sobre el tema se enmarcan en: un 21,6% en la ingeniería, el 19,2% en desarrollo, 16,8% en energía, el 14,9% en los negocios y la administración, el 5,3% la ciencia de la computación, el 5,8% en las ciencias de las decisiones, menor que el 4,8 % en el desarrollo de las decisiones, matemáticas, económicas, la agricultura y otras.

En específico, de estas se analizan 59 artículos científicos enfocados a indicadores integrales para diferentes metas en la CS. De estos anteriores, resulta que: el 49% de los artículo se enfocan en indicadores integrales para el análisis de las CS sostenibles y sustentables, el 15% a las métricas de reaprovisionamiento (demanda, proveedores, compra), el 14% a la evaluación holística de la cadena (objeto de este artículo) y el 9% a los riesgos. El resto con un valor porcentual menor que 3% se enfoca en: logística, finanzas, información, agilidad junto con algoritmos y simulaciones de procesos específicos.

A pesar que el conocimiento se basa en mayor cuantía en la parte verde de la cadena, sigue siendo necesario la evaluación de la cadena de forma general a través de estas métricas para el enfoque holístico de la misma. A ello se suma la necesidad de la aplicación de estos en las aplicaciones con ausencia de datos. Esto dificulta la toma de decisiones correcta y a tiempo.

En particular las investigaciones

que definen los indicadores integrales de la CS se basan, por ejemplo, en un sistema de indicadores que se agrupan en función de un algoritmo (Hankun & Xiyao, 2015; Vinajera et al, 2020). Otros autores, los enmarcan en una mezcla de indicadores cuantitativos y cualitativos que se interrelacionan entre sí (Motevali et al, 2016). Por otro lado, los definen como una característica que miden en la cadena y relacionan con el funcionamiento de la misma (Uwizeye et al, 2016). Junto con el comportamiento de la trazabilidad y el efecto de este (Weiya & Chenghai, 2016). En otros contextos los interrelacionan con la integración y las dimensiones para la definición de métricas (Narimissa et al, 2020).

A la vez, siguen siendo significativos la aplicación del Modelo SCOR en este tema, (por sus siglas en inglés Supply Chain Operations Reference Model), (de Andrade Guerra et al, 2018), aunque su evaluación es de forma general por niveles y procesos. Esto último aumenta la complejidad de su aplicación. Por ello, surge la interrogante a partir de cuáles indicadores se construye el indicador integral que permita la evaluación de desempeño en el objeto de estudio.

Por otro lado, los hallazgos de Cuervo (2018) demuestran un desequilibrio entre la estrategia de empresas y las perspectivas del Modelo SCOR. Zuluaga et al, (2014) y Spina et al, (2016) coinciden en que la simultaneidad de tantos indicadores a diferentes niveles y procesos se convierte en un problema complejo que origina resistencia y complejidad al momento de su implementación en stakeholders de bajo nivel de organización. Esto se debe a la cultura que caracteriza a estas respecto a la falta de registros y el manejo informal de la información.

Cano et al, (2015) reafirman que la inestabilidad de las estructuras organizativas, determina lo ambicioso de su aplicación y la incoherencia entre los procesos propuestos en el Modelo SCOR y los correspondientes a este tipo de empresas estudiadas. A partir de estos elementos, se define un indicador integral cómo la métrica que evalúa desde varios procesos la CS y, por ende su desempeño. Estos procesos suelen estar enmarcados en la planeación y control de los procesos de la cadena. La herramienta que se diseñe para tales fines debe adaptarse a los procesos de estas empresas (Georgise et al, 2016).

En este documento se muestra un indicador integral para la evaluación del desempeño de las CS textil, con la meta de mejorar la sostenibilidad de las PyMEs que la conforman. El objetivo del concepto (índice integral) propuesto es establecer una retroalimentación empíricamente verificable entre un estado tecnológico determinado y la gobernanza institucional y el desempeño de las empresas (Kuhi et al, 2015).

3. Consideraciones metodológicas de la investigación

Se empleó una metodología de tres fases para el cumplimiento del objetivo de este artículo:

Fase 1: Definición del alcance. Los actores se tuvieron en cuenta desde la fabricación de la materia prima hasta los clientes finales o consumidores. El tamaño de la cadena se definió por el número de proveedores y clientes en cada enlace.

Fase 2: Selección de los principales indicadores de evaluación. Se utilizó el procedimiento propuesto por Hernández

(2010) que condujo a la selección de los indicadores claves para la cadena. Este proceso se enriqueció con la revisión de la literatura, los informes de las empresas y el trabajo con los expertos (Büyükoçkan et al, 2020). Como resultado se preparó una lista preliminar de expertos que se incluyeron en un proceso de autoevaluación sobre los niveles de información y argumentación que tenían sobre el tema en cuestión (Gómez et al, 2013).

Se reducen la lista de los indicadores mediante la frecuencia absoluta y se realizó la prueba de concordancia de Kendall (Kendall & Smith, 1939; Pardo & Ruiz, 2006). Este último para determinar los indicadores y su importancia según el criterio de los expertos. Para ello se sigue el criterio de Morales y Rodríguez (2016) y Siegel y Castellán (1995) que sugieren debería oscilar entre 0,5 y 1 la valoración de los indicadores. El estadístico Chi-cuadrado de Friedman se utilizó para probar la hipótesis nula de desacuerdo total entre la opinión de los expertos (Friedman, 1937). Los indicadores se ordenaron de menor a mayor según el rango promedio y se seleccionaron aquellos con el rango promedio más bajo (Pardo & Ruiz, 2006).

Fase 3: Evaluación de la CS. Se determinan los pesos específicos de cada indicador mediante el Método del Triángulo de Füller (Mustafin & Vavrek, 2019; Perzina & Ramík, 2014; Fiala, 2013; Fotr & Švecová, 2010; Vanèk et al, 2013). A partir de los resultados, se simuló el desempeño del Indicador Integral, esto con el riesgo de los insuficientes registros de información de las PyMEs para la toma de decisiones, como resultado del manejo informal de los negocios (Spina et al, 2016; Zuluaga et al, 2014).

La simulación, persiguió como principal objetivo la obtención de los percentiles P20, P40, P60 y P80. Los cuales aportaron límites inferiores y superiores para cinco categorías de desempeño, tanto para los indicadores seleccionados, como para el Indicador Integral. Las cinco categorías de desempeño fueron: mal, regular, bueno, muy bueno y excelente, acompañadas de sus puntuaciones ordinales (Spina et al, 2016) 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente.

La CS se evaluó de acuerdo con los percentiles obtenidos con la simulación y de acuerdo a las mismas categorías definidas en pasos anteriores (Tabla 1).

Tabla 1
Rangos de evaluación para II

Evaluación	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
II	$\leq P_{20}$	$(P_{20}; P_{40}]$	$(P_{40}; P_{60}]$	$(P_{60}; P_{80}]$	$> P_{80}$

Fuente: Elaboración propia (2021).

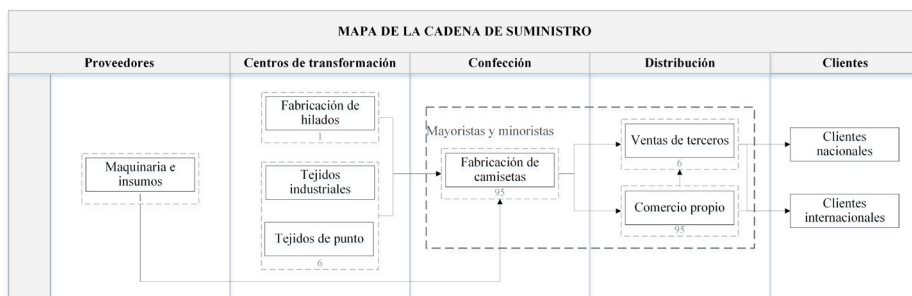
A partir de estos resultados, se otorgó una calificación cuantitativa y cualitativa al desempeño de la CS.

4. Cadenas de suministro de productos textiles del norte de Ecuador: Resultados

La CS de productos textiles en el

norte del Ecuador está constituida de 109 actores que se dedican a la producción de diversas prendas de vestir; y está compuesta por empresas pequeñas, medianas y grandes (diagrama 1).

Diagrama 1
Mapa de los actores en la cadena de suministro de camisetas en el norte de Ecuador



Fuente: Sablón-Cossío, Crespo et al, (2021)

De las empresas del sector, 96 fabrican camisetas dentro de su nomenclatura de productos, las que a su vez poseen diversidad de funciones. Un 88% de representatividad respecto al total de empresas textiles de la zona norte. Esta cadena se dividió en cinco eslabones: proveedores de insumos, centros de transformación, confección, vendedores-distribuidores y clientes (Sablón-Cossío et al, 2021). De ellas, el 54,5% y el 45,5% se clasifican como pequeñas y medianas empresas, respectivamente.

Como resultado de la revisión de los informes y documentos de las empresas,

se constató que los proveedores emplean dos indicadores, los fabricantes controlan 14 indicadores y los centros de distribución tres indicadores, estos se muestran en la Tabla 2. La cadena sólo controla un indicador a nivel de clientes y sólo es considerado por unos pocos actores (Fabricantes de camisetas). En los casos no se consideró como confiable y suficiente la cantidad de datos históricos constatados.

Fueron seleccionados 9 expertos en el tema de CS con 19 años como promedio de experiencia en la investigación, procedentes de tres países de América Latina y el Caribe.

Dichos expertos poseen coeficientes de competencias medios y altos, por lo que quedaron seleccionados para continuar en el estudio. De ellos, el 89% fueron doctores en ciencias con especialidades afines a las CS. El resto constituyeron capacitadores de la *Association for Supply Chain Management* (APICS). Los expertos definieron un total de 29 indicadores y aclararon que cada cadena presenta indicadores específicos en función de sus productos, servicios,

mercado, tipo, objetivo y país.

Fueron revisados artículos científicos, tesis de diferentes niveles y trabajos científicos, para un total de 20 referencias en las que se identificaron indicadores directos a la mejora del nivel de servicio al cliente y otros a la CS en general, se muestran en la Tabla 2. Respecto al nivel de servicio al cliente, fueron seleccionados 40 indicadores dentro de la literatura (cuadro 1).

Cuadro 1
Lista de indicadores de las tres fuentes analizadas

Indicadores según los actores de la cadena	Indicadores según la literatura	Indicadores según los expertos
Calidad materia prima	Porcentaje de mercancía en exhibición (disponibilidad)	Disponibilidad de productos y servicios
Liquidez después del impuesto	Tiempo de respuesta	Oportunidad del suministro
Rotación del inventario	Nivel de satisfacción al cliente	Nivel de completamiento de los inventarios en los distintos actores/ procesos
Satisfacción del cliente	Flexibilidad a las necesidades de los clientes	Nivel de cobertura en cada punto de la cadena
Relación entre productos nuevos y productos diseñados	Cantidad del pedido más reciente y la cantidad realmente recibida	Nivel de servicio al cliente final en función de disponibilidad, calidad y precios competitivos
Eficacia del material (cantidad que se gasta en hacer un producto)	Diferencia porcentual promedio entre las estimaciones de consumo y el consumo real de múltiples productos	Eficiencia de la cadena; como expresión de la multiplicación de las eficacias individuales y teniendo en cuenta los niveles de inventarios de cada actor
Capacidad de producción mensual	Rango de la cantidad requerida	Costos en cada actor y su relación con las utilidades de cada uno (costos fijos, variables, por peso, en cada proceso)
Indicador de desperdicios	Tiempo de suministro	Competitividad individual y de la cadena relacionada con otros indicadores
Proveedores	Variedad de los productos requeridos	Cantidad correcta pedida y entregada
Margen neto de ganancias	Número de canales a través de los cuales puede ser adquirido el producto	Desempeño logístico de los actores y la correlación entre los actores
Productividad	Tasa de innovación	Relación de ingresos y gastos
Nivel de entrega	Nivel de servicio requerido	Perdidas por defectos de los productos

Disponibilidad de producto	Capacidad de respuesta	Rotación del personal en los procesos
Stock de seguridad	Demanda del suministro a bajo costo	Utilidad del pronóstico
Costo unitario	Costo mínimo de producto	Planeación de las entregas
Costo directo	Tiempo de flujo de ciclo de producción	Órdenes perfectas
Costo de Transporte	Tamaño de lote de producción promedio	Impacto en los descuentos de la renta
Costo almacenamiento por unidad	Inventario promedio	Costos de no cumplimiento con las solicitudes de los clientes
Exactitud del inventario	Inventario de seguridad promedio	Número de clientes referidos
Nivel de servicio al cliente	Inventario estacional	Exactitud del pronóstico
	Calidad de los Pedidos Generados	Desempeño de los proveedores
	Entregas perfectamente recibidas	Exactitud del inventario
	Nivel de Cumplimiento del despacho	Ciclos de la cadena y de actor que minimicen el lead time total
	Nivel de cumplimiento entregas a clientes	Flexibilidad ante los cambios de entorno, por ejemplo, la flexibilidad de volumen
	Órdenes perfectas	Rapidez de reacción ante un cambio, la agilidad con que se ejecutan las actividades
	Devoluciones porcentaje de quejas	Índice de riesgos, relación entre riesgos ocurridos y detectados
	Tiempo en resolver las quejas	Flujo de caja en la cadena y en cada uno de los actores
	Porcentaje por <i>Fill Rate</i> por línea (nivel de inventario, de servicio y planificación)	Índice de desperdicios en la cadena
	Porcentaje de error del pronóstico ciclo pedido al cliente	Porcentaje de ingresos por nuevos productos y servicios
	Flexibilidad a los cambios de la demanda	
	Calidad de los servicios	
	Rotación del inventario	
	Quejas de clientes	
	Oferta de servicio	
	Costes de los almacenes reguladores	
	Costes logísticos en los puntos de venta	
	Logística inversa	
	Coste por proceso	
	Planificación de la producción	
	Pronóstico de los requerimientos de compras	

Fuente: Elaboración propia (2021).

De ellos el 25% (10 indicadores) resultaron ser los más comúnmente empleados para la toma de decisiones en CS y los más citados por los autores.

Llegado a este punto, resultaron 13 indicadores con mayor frecuencia

absoluta entre los indicadores de la literatura y los propuestos por los expertos. En la tabla 2 se muestran los resultados de la prueba de Kendall para reducir el listado de indicadores.

Tabla 2
Resultados de la prueba de concordancia de Kendall

Indicadores	Rango promedio	Resultados de la prueba de concordancia de Kendall	
Costo total de los procesos	1,28	N	9
Órdenes perfectas	6,78	W de Kendall	0,899
Exactitud de los pronósticos	12,44	Chi-cuadrado	97,044
Exactitud de los inventarios	6,33	gl	12
Flujo de efectivo en la cadena y en cada uno de los actores	12,56	Sig.	0,000
Desempeño de los proveedores	6,11		
Plazo de entrega / tiempo / ciclos en la cadena	3,78		
Cantidad de órdenes correctas	9,17		
Entregas perfectamente recibidas	9,89		
Rotación de inventario en la cadena	10,11		
Capacidad de la cadena	3,89		
Nivel de servicio	1,89		
Satisfacción del cliente	6,78		

Fuente: Elaboración propia (2021).

El valor del estadístico W de Kendall (0,899) cercano a 1 evidenció el alto nivel de acuerdo entre los expertos con un nivel de significación del 5%, lo que probó un alto nivel de acuerdo en el juicio emitido por los expertos. Los rangos medios sugirieron como indicadores más importantes los siguientes: costo total de los procesos (1,28), nivel de servicio al cliente (1,89), lead time (3,78) y el de capacidad de la cadena (3,89). En lo adelante se denominarán I_1 , I_2 , I_3 e I_4 , respectivamente. Estos indicadores se consideraron en el proceso de

evaluación.

Los pesos específicos obtenidos por el Método del Triángulo de Füller fueron: 0,4 el primero; 0,3 el segundo; 0,2 el tercero y 0,1 el cuarto; donde se destacó el indicador de costo de los procesos como el mejor ponderado. La determinación de estos cuatro indicadores se centró en los eslabones de confección y de distribución. De las 96 empresas fueron seleccionadas las 10 más relevantes. De ellas, dos fueron empresas medianas y ocho fueron pequeñas empresas.

En el caso del indicador de costo de los procesos se tomó el costo total de producción en los meses de enero y febrero del 2018; y se dividió entre el total de unidades de camisetas producidas, para un costo unitario de producción promedio de 2,91 dólares. El nivel de servicio al cliente se determinó como la probabilidad de que los pedidos se satisfagan en la fecha establecida y sin problemas de devoluciones producto de problemas de calidad o cantidad, para un 84,10% de fiabilidad de la cadena. A estos pedidos se les determinó su ciclo, desde que el cliente hace el pedido hasta que este le es entregado, para un promedio de 3,15 semanas.

El indicador de la capacidad de producción de la cadena se estimó considerando: los ingresos por ventas anuales promedio para las pequeñas y medianas empresas correspondientes al período 2013-2017; la cantidad de

empresas pequeñas y medianas para el mismo período, el porcentaje de la producción total que es destinada a la producción de camisetas y que proviene de las encuestas aplicadas en (Orozco et al, 2018); y los precios de ventas promedio de los 10 actores. Todo ello aportó una capacidad de producción de la cadena de 880 766 unidades de camisetas de cualquier nomenclatura al año.

Sobre la base de esta información, los expertos aportaron las estimaciones mínimo, moda y máximo que se muestran en la Tabla 3. La centralidad y la variabilidad de estas estimaciones condujeron a establecer las distribuciones Weibull para los indicadores I_1 , I_2 e I_3 y la LogNormal para I_4 , que al ser introducidas en el ExperFit arrojaron los percentiles que se muestran en la propia tabla.

Tabla 3
Estimaciones de expertos, distribución de probabilidad y percentiles determinados para los indicadores de evaluación

I_i	UM	Min	Mode	Max	Distribuciones	Percentiles			
						P_{20}	P_{40}	P_{60}	P_{80}
I_1	\$	1	2	5	Weibull(1,000000, 1,651176, 1,726004)	1,6924	2,1189	2,5696	3,1754
I_2	%	70	80	100	weibull(70,000000, 13,568035, 2,107944)	76,6602	79,8656	83,0168	87,0044
I_3	semana	1	2	6	weibull(1,000000, 1,896082, 1,574983)	1,7316	2,2378	2,7937	3,565
I_4	Mu/año ^a	0,6	0,88	1,1	lognormal2(0,600000, 0,294816, 0,227075)	0,8435	0,8783	0,9123	0,9569

a) *Millones de unidades al año.*

Fuente: Elaboración propia (2021).

Con estos resultados fueron actualizadas las Global Tables “Distribuciones” y “Percentiles” en el modelo de simulación. Además, en la Global Table “Indicadores” se muestran los resultados de una réplica con sus valores de escala y puntuaciones ordinales (Spina, Rohvein et al.), tanto para los indicadores de evaluación como para el Indicador Integrado, calculado mediante la expresión (1).

Posteriormente, fueron ejecutadas 1000 réplicas al experimento. Se obtienen los resultados que se muestran en el Gráfico 1, en el que independientemente de la centralidad observada para la variable II, esta no se ajustó a la distribución normal para un 5% de significación (Tabla 4).

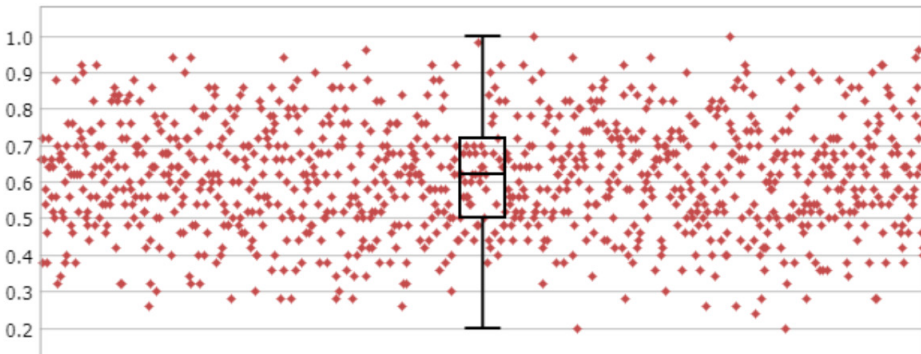
Tabla 4
Pruebas de normalidad

Variable	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
II	0,038	1000	0,002	0,995	1000	0,001

a. Corrección de significancia de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Gráfico 1
Réplicas para el Indicador Integral



Fuente: Elaboración propia (2021).

La variable II se comportó con una media y desviación estándar de 0,6120 y 0,1508, respectivamente (Tabla 5). En esta tabla se muestra el intervalo de confianza calculado para un 95% de confianza y asumiendo un error de estimación (e) de 0,05. Sobre

esta base, se determinó que la cantidad de réplicas necesarias (n) fue de 182. Así se demostró que las 1000 réplicas ejecutadas fueron suficientes para estimar a la variable II, lo cual le aportó validez los resultados obtenidos.

Tabla 5
Análisis de validez del modelo de simulación

Variable	Réplicas	Media	Desviación estándar	Límite inferior (LL) ^a	Límite superior (UL) ^a	Rango=UL-LL	Error (e)	n^b
II	1000	0,6120	0,1508	0,5907	0,6333	0,04	0,05	182

Dado que la variable II no se ajustó a la distribución normal, se utilizaron las expresiones de (García et al, 2013).

Fuente: Elaboración propia (2021).

Los percentiles P_{20} , P_{40} , P_{60} y P_{80} asociados a la variable II, arrojados por la opción *Fit Distributions to Data* del ExperFit fueron los que se muestran en la Tabla 6. Además, se resumen los

mismos percentiles para todos los I_i . De esta forma se construyeron los intervalos de evaluación tanto para los I_i como para II.

Tabla 6
Intervalos de evaluación obtenidos con el modelo de simulación

Categorías de desempeño	Mal	Regular	Bien	Muy bien	Excelente
Puntuaciones ordinales (Spina, Rohvein et al.)	1	2	3	4	5
Indicador	Intervalos de evaluación				
I_1	$\geq 3,1754$	[2,5696;3,1754]	[2,1189;2,5696]	[1,6924;2,1189]	<1,6924
I_2	$\leq 76,6602$	(76,6602;79,8656]	(79,8656;83,0168]	(83,0168;87,0044]	>87,0044
I_3	$\geq 3,5650$	[2,7937;3,565]	[2,2378;2,7937]	[1,7316;2,2378]	<1,7316
I_4	$\leq 0,8435$	(0,8435;0,8783]	(0,8783;0,9123]	(0,9123;0,9569]	>0,9569
II	$\leq 0,4718$	(0,4718;0,5611]	(0,5611;0,6426]	(0,6426;0,7304]	>0,7304

Fuente: Elaboración propia (2021).

Llegado a este punto se evaluó la CS a partir de su Indicador Integral (Tabla 7) con el empleo de la expresión:

$$II = \frac{0,4 * 2 + 0,3 * 4 + 0,2 * 2 + 0,1 * 3}{5} = 0,54$$

(Ecuación 1)

Tabla 7
Evaluación de la cadena de suministro de camisetas en Ecuador

Indicador	UM	Valor actual	Evaluación cualitativa	w_i	P_i	CI_i	CIE_i	D_i
I_1	\$	2,91	Regular	0,4	2	0,8	2	1,2
I_2	%	84,10	Muy bien	0,3	4	1,2	1,5	0,3
I_3	semana	3,15	Regular	0,2	2	0,4	1	0,6
I_4	Mu/año	0,880766	Bien	0,1	3	0,3	0,5	0,2
II	-	0,54	Regular	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (2021).

Ante este resultado se afirmó que el desempeño de la CS de producción de camisetas fue regular con relación al valor determinado para el Indicador Integral de 0,54, que según la escala se encuentra en este rango (Tabla 7). Aun cuando los indicadores individuales no resultaron evaluados de la misma manera. Los costos tuvieron un desempeño Regular (\$ 2,91); el nivel de servicio se ubicó en Muy Bien (84,10%); el tiempo de ciclo de la cadena se encontró Regular (3,15 semanas) y la capacidad de producción fue de 0,880766 millones de camisetas al año por lo que se evaluó de Bien.

El indicador que más bajo contribuyó a la evaluación de la cadena fue el de costo de los procesos (I1). Esto debido a que presentó la mayor diferencia de 1,2 entre su evaluación real y su estado de excelencia ideal (Di). El caso contrario fue el indicador de capacidad (I4) con un valor de 0,2, lo que lo convirtió en el indicador mejor

evaluado.

Aunque hay algunos estudios relacionados con las cadenas textiles como el de Moon et al, (2012). Este analiza la flexibilidad de la cadena con un procedimiento integral y riguroso para desarrollar una escala multifacética. En este mismo sector Amindoust y Saghafinia (2017) analizan la selección de proveedores y sus sostenibilidad en el tiempo. Por otro lado, se evalúa la sostenibilidad la elaboración de la tela hasta la conformación de los productos en la cadena (Shen et al, 2017). A pesar que estos se enfocan al ámbito textil, no tratan el mismo tema de esta investigación.

En otro sentido, existen investigaciones que definen los indicadores integrales de la CS desde otras perspectivas, como: un sistema de indicadores (Hankun & Xiyao, 2015; Vinajera et al, 2020) y mezcla de indicadores (Motevali et al, 2016). A la

vez, la concepción del Modelo SCOR (de Andrade Guerra et al, 2018), con sus cinco atributos (confiabilidad, capacidad de reacción, agilidad, costo y eficiencia en la gestión de recursos) y en base a ellos indicadores, que son holísticos desde sus perspectivas. En relación a este último, se utiliza en la investigación los costos, elemento común entre los dos estudios.

A pesar de ello, este artículo se diferencia de los mencionados debido a que se dedica a la elaboración de un indicador integral, una sola métrica, que permite la toma de decisiones en la CS con ausencia de datos y compuesta fundamentalmente por PyMEs.

5. Conclusiones

La propuesta para evaluar el desempeño de la cadena de suministro de producción de camisetas en el norte del Ecuador, compuesta fundamentalmente por PyMEs, contribuye a enfrentar la falta de madurez y la baja integración de la cadena, reduciendo la cantidad de indicadores a evaluar y sistematizándolos en un Indicador Integral. El trabajo organizado con expertos, junto con las herramientas estadísticas y de simulación utilizadas, contribuye a abordar el problema de la falta de datos históricos y la gestión informal de la información. Además, tributa a determinar rangos de desempeño efectivos, tanto para los indicadores evaluados como para el Indicador Integrado, que exceden la práctica tradicional de determinar estos intervalos empíricamente como resultado de la experiencia de evaluadores, expertos y especialistas. El desempeño de la cadena de suministro de camisetas en el norte de Ecuador se evalúa de Regular, determinado

fundamentalmente por el indicador de costo de los procesos, en el que se concentran las mayores oportunidades de mejora. Además, se demostró la aplicabilidad del procedimiento diseñado para la identificación del índice integral en una cadena de camisetas. En futuras investigaciones proponemos comparar este indicador integral de la cadena de estudio con diversas cadenas de otros sectores de la industria en Ecuador y América Latina.

Referencias bibliográficas

- Alomoto, N. (2010). Diseño de una metodología para diagnosticar la situación actual de las PyMEs en el Ecuador. *Revista Politécnica*, 29(1). http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/284
- Alomoto, N., Acuña, C., Salvador, M., Ortiz, J., & Ruiz, A. (2014). La gestión de la cadena de suministro en Ecuador: caso de las PyMEs. *Revista Arbitrada Formación Gerencial*, 13(2), 171–196. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7193417>
- Amindoust, A., & Saghafinia, A. (2017). Textile supplier selection in sustainable supply chain using a modular fuzzy inference system model. *Journal of the Textile Institute*, 108(7), 1250–1258. <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1238130>
- Arend, R. J., & Wisner, J. D. (2005). Small business and supply chain management: is there a fit? *Journal of Business Venturing*, 20(3), 403–436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.11.003>
- Ates, A., & Bititci, U. (2011). Change process: a key enabler for building resilient SMEs. *International Journal of Production Research*, 49(18),

- 5601–5618. <https://doi.org/10.1080/0207543.2011.563825>
- Büyükoçkan, G., Güler, M., & Mukul, E. (2020). Evaluation of supply chain analytics maturity level with a hesitant fuzzy MCDM technique. *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems, INFUS 2019*, 1029, 1076–1084. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_127
- Cano Olivos, P., Orue Carrasco, F., Martínez Flores, J. L., Mayett Moreno, Y., & López Nava, G. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 60(1), 181–203. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72151-0)
- Chin, T. A., Hamid, A. B. A., Rasli, A., & Baharun, R. (2012). Adoption of Supply Chain Management in SMEs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 614–619. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.173>
- Cuervo Lara, F. A. (2018). Maturity Analysis of Processes for the Implementation of the SCOR Model in Companies in the Northern Colombian Zone. *Proceedings of the 25th Pan-American Conference of Naval Engineering—COPINAVAL*, 237–248. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-89812-4>
- de Andrade Guerra, J. B. S. O., Garcia, J., de Andrade Lima, M., Barbosa, S. B., Heerdt, M. L., & Berchin, I. I. (2018). A proposal of a Balanced Scorecard for an environmental education program at universities. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1674–1690. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.179>
- Fiala, P. (2013). Modely a metody rozhodování. (Models and Methods of Decision Making). In Oeconomica (Ed.), *Modely a metody rozhodování*.
- Flexsim Software Products, I. (2019). *Quiénes somos - Flexsim Simulation Software*. <https://www.flexsim.com/company/>
- Fotr, J., & Švecová, L. (2010). Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. *Manažerské Rozhodování: Postupy, Metody A Nástroje*.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675–701.
- García Dunna, E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. E. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Pearson Educación.
- Georgise, F. B., Thoben, K.-D., & Seifert, M. (2013). A Framework of the Forces Influencing the Adaptation of the SCOR Model to the Situation of the Manufacturing Industry in Developing Countries. In *Dynamics in Logistics. Proceedings of the Third International Conference, LDIC 2012 Bremen, Germany* (pp. 477–487). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35966-8_40
- Georgise, F. B., Thoben, K.-D., & Seifert, M. (2016). Adapting the SCOR Model Deliver and Source Processes for the Manufacturing Firms in the Developing Countries. In *Dynamics in Logistics* (pp. 521–531). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23512-7_51
- Gómez Ravelo, I., de las Cuevas Milán, H. R., Fernández de Castro Fabre, A., & González Viera, D. (2013). Software evaluación de expertos por el método Delphy para el pronóstico de la investigación agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(4), 81–86. <https://bit.ly/2ZZZ2kAy>
- Hankun, Y., & Xiyao, Z. (2015). A novel

- evaluation indicator system and evaluation method for supply chain performance of food production. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 7(4), 255–259. <https://doi.org/10.19026/ajfst.7.1304>
- Hernández Nariño, A. (2010). Contribución a la gestión y mejora de procesos en instalaciones hospitalarias del territorio matancero. In A. Medina León (Ed.), *Facultad de Industrial y Economía. Departamento de Ingeniería Industrial*. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos.”
- IBM. (2020). *IBM SPSS Statistics 25 core system user's guide: IBM Corporation Somers, New York*.
- Kendall, M. G., & Smith, B. B. (1939). The problem of m rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 10(3), 275–287.
- Kuhi, K., Kaare, K. K., & Koppel, O. (2015). A concept for performance measurement and evaluation in network industries. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 64(4S), 536–542. <https://doi.org/10.3176/proc.2015.4S.01>
- Law, A. M. (2011). *ExpertFit. Version 8. User's Guide*. Averill M. Law & Associates, Inc. <http://www.averill-law.com/distribution-fitting/>
- Mathur, A., Mittal, M. L., & Dangayach, G. S. (2012). Improving productivity in Indian SMEs. *Production Planning & Control*, 23(10–11), 754–768. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.642150>
- Moon, K. K. L., Yi, C. Y., & Ngai, E. W. T. (2012). An instrument for measuring supply chain flexibility for the textile and clothing companies. *European Journal of Operational Research*, 222(2), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.027>
- Morales, P., & Rodríguez, L. (2016). Aplicación de los coeficientes correlación de Kendall y Spearman. *Barquisimeto, Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)*.
- Moreno Monge, A. M. (2019). *Diseño de un indicador integral para la evaluación del desempeño de la cadena de suministro de camisetas en el Ecuador*.
- Moreno, K., Freire, G., Caisa, D., & Moreno, A. (2021). Cadena de suministros verde: Análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo-Ecuador. *Revista De Ciencias Sociales*, 27, 293–308. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36512>
- Motevali Haghghi, S., Torabi, S. A., & Ghasemi, R. (2016). An integrated approach for performance evaluation in sustainable supply chain networks (with a case study). *Journal of Cleaner Production*, 137, 579–597. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.119>
- Mustafin, A. N., & Vavrek, R. (2019). Multi-criteria evaluation in terms of Slovak local government-case study of Trencin region. *International Journal on Emerging Technologies*, 10(2), 28–33. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074627898&partnerID=40&md5=427cd3ffb226a971c44116364ae0e285>
- Narimissa, O., Kangarani-Farahani, A., & Molla-Alizadeh-Zavardehi, S. (2020). Evaluation of sustainable supply chain management performance: Indicators. *Sustainable Development*, 28(1), 118–131. <https://doi.org/10.1002/sd.1976>
- Orozco Crespo, E., Sablón Cossío, N., Bolaños Bolaños, D., Machado Orges, C. A., & Ortega Montenegro, E. P. (2018). Supply Chain the T-Shirt

- with Circular Economy Approach: Case Study in Ecuador. *Proceedings of the International Conference of Industrial Engineering and Operations Management*. <http://ieomsociety.org/dc2018/proceedings/>
- Pardo Merino, A., & Ruiz Díaz, M. A. (2006). *Análisis de datos con SPSS 13 Base*. McGraw-Hill Interamericana de España S.A.U.
- Perzina, R., & Ramík, J. (2014). Microsof Excel as a tool for solving multicriteria decision problems. In R. J. Howlett, P. Jedrzejowicz, I. Czarnowski, & L. C. Jain (Eds.), *International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, KES 2014 (C, Vol. 35*, pp. 1455–1463). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.206>
- Rincón, H., Burgos Tovar, J., & Cherema, N. (2010). Estrategias financieras usadas para el manejo de los instrumentos financieros en las PyMEs, del sector metalmeccánico. *Revista de Formación Gerencial*, 9(2), 263–295. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3368067>
- Ruiz Torres, A. J., Mahmoodi, F., & Ayala Cruz, J. (2012). Supply Chain Management Research in Latin America: a Review. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 13(1), 20–36. <https://doi.org/10.1080/16258312.2012.11517285>
- Sablón Cossío, N., Pulido Rojano, A., Orozco Crespo, E., & Ruiz Cedeño, M. (2018). Integration in supply chains. Case study in Colombia and Ecuador. In Siemens (Ed.), *3rd North American IEOM Conference. IEOM 2018 (SEP, Vol. 2018*, pp. 2395–2404). IEOM Society. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067021520&partne rID=40&md5=b6ac96cae5427b76d299e37c848598e6>
- Sablón-Cossío, N., E. O. Crespo, A. Pulido-Rojano, A. J. Acevedo-Urquiaga and S. d. M. Ruiz Cedeño (2021). Análisis de integración de la cadena de suministros en la industria textil en Ecuador. Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29, 94-108.
- Shen, B., Li, Q., Dong, C., & Perry, P. (2017). Sustainability issues in textile and apparel supply chains. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/su9091592>
- Shokri, A., Nabhani, F., & Hodgson, S. (2010). Supplier development practice: Arising the problems of upstream delivery for a food distribution SME in the UK. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 26(6), 639–646. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2010.06.028>
- Siegel, S., & Castellan, N. J. (1995). *Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta*. Trillas México.
- Spina, M. E., Rohvein, C. A., Urrutia, S., Roark, G., Paravié, D., & Corres, G. (2016). Aplicación del modelo SCOR en PyMES metalmeccánicas de Olavarría. *Inge Cuc*, 12(2), 50–57. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.2.2016.05>
- Uwizeye, A., Gerber, P. J., Schulte, R. P. O., & De Boer, I. J. M. (2016). A comprehensive framework to assess the sustainability of nutrient use in global livestock supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 129, 647–658. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.108>
- Vanèk, M., Mikoláš, M., & Bora, P. (2013). Benchmarking for major producers of limestone in the Czech Republic. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi / Mineral Resources Management*, 29(1), 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.108>

[org/10.2478/gospo-2013-0003](https://doi.org/10.2478/gospo-2013-0003)

Vinajera Zamora, A., Marrero Delgado, F., & Cespón Castro, R. (2020). Evaluación del desempeño de la cadena de suministro sostenible enfocada en procesos. *Estudios Gerenciales*, 36(156), 325–336. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.156.3699>

Weiya, G., & Chenghai, Z. (2016). Performance evaluation of

food traceability system using fuzzy comprehensive method. *Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería Universidad Del Zulia*, 39(1), 352–357. <https://doi.org/10.21311/001.39.1.40>

Zuluaga Mazo, A., Gómez Montoya, R. A., & Fernández Henao, S. A. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo scor. *Cfío América*, 8(15), 90–110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5114787>