



Acta Universitaria

ISSN: 0188-6266

actauniversitaria@ugto.mx

Universidad de Guanajuato

México

Mariscal-Moreno, Rosa María; Betanzo-Quezada, Eduardo  
Desarrollo y aplicación de un método empírico para evaluar la confiabilidad de cadenas de suministro  
Acta Universitaria, vol. 23, núm. 4, julio-agosto, 2013, pp. 30-36  
Universidad de Guanajuato  
Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41628340004>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Desarrollo y aplicación de un método empírico para evaluar la confiabilidad de cadenas de suministro

Development and application of an empiric method for assessing the supply chain reliability

Rosa María Mariscal-Moreno\*, Eduardo Betanzo-Quezada\*

### RESUMEN

La situación de la economía ha llevado a las empresas a buscar ventajas competitivas mediante herramientas encaminadas a disminuir los riesgos e incertidumbre de sus cadenas de suministro. El objetivo de la presente investigación es desarrollar y aplicar un método empírico para evaluar la confiabilidad de cadenas de suministro. El método consiste en analizar los componentes de un sistema de abastecimiento y desarrollar un modelo matemático. Para ello se estudiaron 29 factores de riesgo en una empresa de alimentos balanceados, de los cuales 11 se consideran de mayor gravedad por su frecuencia e impacto. Los resultados se obtuvieron de una ecuación que permite estimar la confiabilidad, resultando un valor de 65.20% para la empresa estudiada. Se concluye que el método puede ser utilizado para medir la confiabilidad de la cadena de suministro.

### ABSTRACT

The current state of the economy has led companies to seek advantages over their competitors, proposing tools with the aim of reducing the uncertainty of the supply chain. In this paper was developed and applied an empirical method to evaluate the reliability of the supply chain for a feed mill company through an analysis and development of a mathematical model. The supply chain was analyzed to detect its risk factors totaling 29 factors, 11 of them considered of high risk because of their frequency and impact. Integrating the 29 factors in an equation, we estimated the reliability, obtaining an overall value of 65.20%. The method can be used to measure the supply chain reliability.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo de los negocios se está enfocando en entregar valor al cliente. Así, la mayoría de las empresas se están centrándose en proporcionar productos y servicios de mayor valor en comparación con sus competidores. A su vez, el mercado en el que operan muchas empresas es ampliamente reconocido como complejo y turbulento (Christopher & Peck, 2004; Goldman, Nagel & Preiss, 1995). En ese sentido, las cadenas de suministro son susceptibles a verse afectadas por una amplia variedad de riesgos, los cuales repercuten de manera negativa en el desempeño de las empresas (McGillivray, 2000). Al reconocer su importancia, Christopher & Lee (2004) indican que es más fácil mitigar los riesgos cuando existe mayor información sobre el desempeño de las operaciones. Por lo anterior, la confiabilidad se convierte en un factor de competitividad importante (James-More & Gibbons, 1997; Smith & Tranfield, 2005), y dentro de las cadenas de suministro se revela como un área en estudios de gran impacto para la industria.

En México, la industria fabricante de alimentos balanceados se ubicó como la quinta en importancia a nivel mundial y la tercera en América, con una producción del orden de 27.3 millones de toneladas en 2009 (Sagarpa, 2010). Dada la complejidad de las cadenas de suministro de las industrias de alimentos balanceados, es común que sus actividades se realicen de

Recibido: 16 de mayo de 2012  
Aceptado: 22 de agosto de 2013

**Palabras clave:**  
Confiabilidad; cadena de suministro; calidad; factor de riesgo.

**Keywords:**  
Reliability; supply chain; quality; risk factors.

\* Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, Santiago de Querétaro, Querétaro, México. C.P. 76010. Tels.: (442) 3125121, (442) 1921200, ext. 6066. Correos electrónicos: mariscal.rosa@gmail.com; betanzoe@uag.mx

manera ineficaz, lo que presiona a los agentes involucrados a trabajar de manera continua y estable para fomentar la productividad de la cadena como un mecanismo principal de su competitividad. Se considera, entonces, a la cadena de suministro como un proceso que abarca todas las actividades relacionadas con el flujo físico y transformación de bienes desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados con la regulación de un sistema logístico (Ballou, 2004).

Dentro de la gestión de la cadena de suministro está implicada la gestión de riesgos operacionales, y esta última se ocupa del desarrollo de procedimientos que mitiguen el impacto para mantener el desempeño esperado. Rice & Caniato (2003) reportaron que varias firmas han desarrollado diversos programas de evaluación de riesgo para: i) identificar los diferentes tipos de riesgo; ii) estimar la probabilidad de los trastornos con mayor ocurrencia; iii) evaluar las pérdidas potenciales; e iv) identificar las estrategias para reducir el riesgo.

Así, el riesgo en la cadena de suministro implica la probabilidad de que un incidente ocurra durante el proceso de suministro de materiales, ocasionando efectos económicos negativos para la empresa (Zsidisin & Ritchie, 2009). Por tanto, la confiabilidad de una cadena de suministro es una característica compleja que incluye una operación correcta, consistente, con capacidad de reaccionar y mantener los parámetros de desempeño de una cadena de suministro, previniendo sus posibles fallas.

Las matemáticas proveen un amplio rango de métodos para evaluar la confiabilidad de los sistemas. Dentro del estudio de la confiabilidad de la cadena de suministro, la confiabilidad se define como la probabilidad de que un sistema no falle en un momento T:

$$R(t) = \Pr(T \geq t) = \int_t^{\infty} f(u) du = e^{-\lambda t}. \quad (1)$$

Del mismo modo, a partir de una distribución de probabilidad conocida (exponencial) es posible definir una falla como (Klimov & Merkuryev, 2008):

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}. \quad (2)$$

Las ecuaciones anteriores son usualmente usadas para conocer la confiabilidad de componentes individuales, sin embargo, la confiabilidad de una cadena de suministro requiere un análisis estructural usando evaluaciones matemáticas para el sistema completo (Klimov & Merkuryev, 2008).

Una cadena de suministros consiste en todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para cumplir los requerimientos del cliente (Chopra & Sodhi, 2004). Su gestión está sujeta a una constante evolución, toda vez que juega un rol crítico en la rentabilidad de los productos dentro de una compañía.

Un modelo conceptual debe contener las siguientes características (Overbeck, 2009):

- Contener un adecuado grado de abstracción. Significa que no deben ser muy específicos, es decir, ser aplicables a diferentes problemas.
- Deben ser robustos, tomando en cuenta los cambios de las condiciones reales para poder ser adaptables.
- Deben ser adaptables a requerimientos específicos. Esto incluye la posibilidad de agregar más factores al modelo.
- Deben de ser consistentes.

Con esas bases se puede construir un modelo completo de la cadena de suministro para evaluar la confiabilidad en su totalidad, sin embargo, esto no es sencillo. Así, de acuerdo con Miao, Yu & Xi (2009), la confiabilidad de la cadena de suministro se puede dividir en seis niveles:

1. *Ideal.* Alta confiabilidad y perfecta habilidad operacional.
2. *Superior.* Alta confiabilidad, manteniendo bien las principales operaciones.
3. *Satisfactoria.* Con algunos inconvenientes que surgen en la cadena de suministro, pero la capacidad operativa no se ve afectada.
4. *Inferior.* La capacidad operativa se ve afectada.
5. *Crisis.* Los mayores inconvenientes surgen de fallas en la cadena de suministro.
6. *Interrumpida.* La cadena de suministro ha perdido su capacidad operativa.

Con la finalidad de encontrar un método que pueda ser utilizado con información de uso común en las empresas, el objetivo de este artículo es desarrollar y aplicar un método de carácter empírico para evaluar la confiabilidad de cadenas de suministro, con caso de aplicación en una empresa de alimentos balanceados de carácter transnacional ubicada en el es-

tado de Querétaro. El interés por realizar esta evaluación proviene de los problemas que la empresa enfrentó en el año 2010, debido a interrupciones de la cadena de suministro causadas por diversos factores de riesgo. Las consecuencias se tradujeron en pérdidas económicas y de recursos diversos como tiempo, recursos humanos, etcétera, lo cual repercutió en tiempos de entrega desfasados, aumento en costos de producción y disminución de capacidad de producción, principalmente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Por el ámbito avícola en el que se desarrolla la empresa estudiada, y debido a la naturaleza de los productos que maneja, la cadena de suministro es un factor clave en el éxito o fracaso del producto final (pollo vivo, pollo procesado-congelado). Por los cambios abruptos que se presentan de manera recurrente en el entorno donde se producen las materias primas para este sector, la cadena de suministro puede presentar afectaciones en su eficiencia, debido a diversos factores para los cuales no se han implementado medidas de control o planeación. En la figura 1 se muestra la metodología propuesta para llevar a cabo la investigación, sin embargo, las dos últimas fases ("Plan de mitigación de riesgos" y "Validación") quedan fuera de los alcances de este trabajo.

### Revisión de la estructura actual de la cadena de suministro

Para poder evaluar los riesgos inherentes a la cadena de suministro, primero se identificaron los procesos críticos mediante la aplicación del concepto de red. En la figura 2, los nodos corresponden a las instalaciones físicas de la em-

presa o sitios desde donde se originan los envíos; los arcos de la cadena de suministro corresponden a los movimientos en equipo de transporte, y están representados por las flechas. De acuerdo con el trabajo de las plantas procesadoras de alimento balanceado, primero se hace una inspección para recibir los ingredientes que el departamento de compras requirió según el plan de producción. Estas materias primas o ingredientes se almacenan por un periodo que varía dependiendo de la naturaleza de la materia prima y de la capacidad de almacenamiento. Estas últimas son enviadas posteriormente a un proceso de mezclado en las cantidades solicitadas por el departamento de formulación, y más tarde pasan al proceso de peletizado. A partir de ahí se hacen los envíos a las granjas de acuerdo con la información recibida sobre el consumo de alimento.

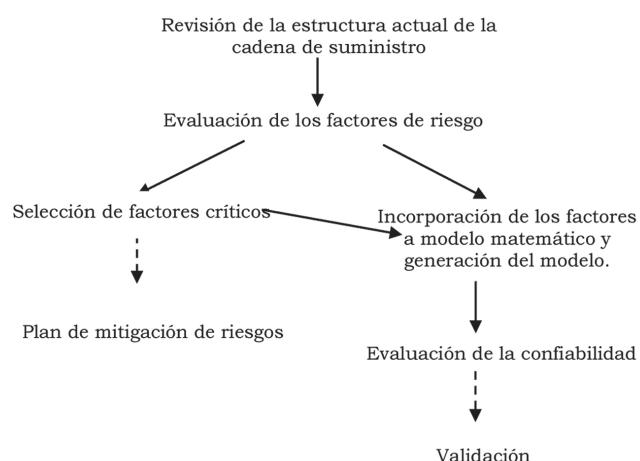


Figura 1. Diagrama de desarrollo del método propuesto.  
Fuente: Elaboración propia.

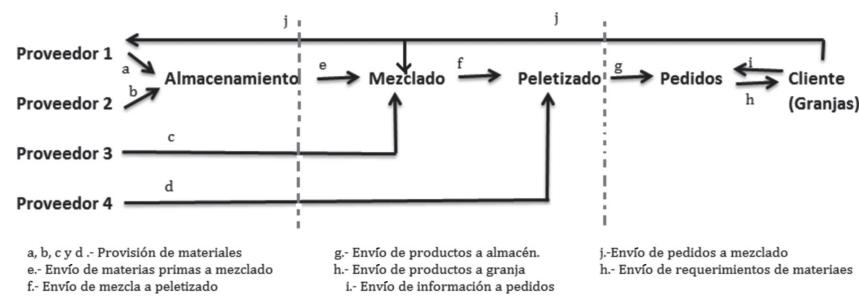


Figura 2. Diagrama de la cadena de suministro.  
Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación de los factores de riesgo

Para identificar las actividades clave del proceso de abastecimiento se recabó información de los factores que históricamente han ocasionado interrupciones en la cadena de suministro. Estos factores fueron evaluados con fichas como la que se muestra a continuación, con el fin de obtener valores numéricos (tabla 1).

**Tabla 1.**

Caracterización de los riesgos analizados.

Clave	Arcos: <i>a, b, c, d</i>	Frecuencia				Impacto			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
A1	Riesgo en que por cuestiones de calidad la materia prima sea rechazada.								
A2	Riesgo de que por contaminación la materia prima sea rechazada.								
A3	Riesgo de que la materia prima no llegue a producción a tiempo por cuestiones de descarga.								
A4	Riesgo de que el ingrediente no llegue a tiempo por problemas de seguridad en el transporte.								
A5	Riesgo de que la materia prima llegue incompleta.								
A6	Riesgo de que un proveedor no sea capaz de entregar un ingrediente en un periodo de tiempo (entregas extraordinarias, con poco tiempo de pedido).								
A7	Riesgo de que la materia prima no llegue a tiempo por problemas de transporte.								
A8	Riesgo de que por cuestiones de documentación la materia prima sea rechazada.								

Fuente: Claypool (2011), con modificaciones propias.

Estas fichas se realizaron tomando como base los cuestionarios utilizados en un trabajo exhaustivo sobre la evaluación y mitigación de riesgos en el diseño de una cadena de suministro realizado por Claypool (2011). Como se muestra en esta ficha, se englobaron los arcos *a, b, c* y *d*, ya que como se puede observar en la figura 1 son similares. Se evaluó la frecuencia e impacto de cada factor y se usó una escala de cuatro niveles: bajo, mediano, alto y muy alto, lo que permite evaluar cuantitativamente los resultados. Se evaluaron dos criterios que fueron la frecuencia de ocurrencia y el impacto en la cadena de suministro, debido a que algunos factores tienen alto impacto, pero baja frecuencia de ocurrencia, en tanto que existen otros que tienen bajo impacto, pero muy alta frecuencia. Se buscó que los factores seleccionados fueran representativos para el modelo, a efecto de tener contribuciones significativas.

La metodología contempla un plan de mitigación con propuestas que permitirían disminuir o, incluso, eliminar el impacto y/o frecuencia de riesgos, aumentando así la confiabilidad de la cadena de suministro.

#### Incorporación de los factores a un modelo matemático y su aplicación

La metodología se fundamenta en la formulación de un modelo matemático donde se incluyen las variables que contiene el sistema. Mediante sumatorias, los distintos factores fueron incluidos en una ecuación que permite determinar el valor de confiabilidad de cada arco y, finalmente, el valor de la confiabilidad global.

Las ecuaciones resultantes aparecen a continuación:

Para los arcos *a, b, c* y *d*:

$$R(ABCD) = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} D1 + \sum_{i=1}^{n=16} D2 + \sum_{i=1}^{n=16} D3 + \sum_{i=1}^{n=16} D4}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16} + \frac{\sum_{i=1}^{n=16} D5 + \sum_{i=1}^{n=16} D6 + \sum_{i=1}^{n=16} D7 + \sum_{i=1}^{n=16} D8}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16}, \quad (3)$$

Para el arco *e*:

$$R(E) = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} E1 + \sum_{i=1}^{n=16} E2 + \sum_{i=1}^{n=16} E3 + \sum_{i=1}^{n=16} E4}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16}, \quad (4)$$

Para los arcos *f* y *g*:

$$R(FyG) = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} F1 + \sum_{i=1}^{n=16} F2 + \sum_{i=1}^{n=16} F3 + \sum_{i=1}^{n=16} F4}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16} + \frac{\sum_{i=1}^{n=16} F5 + \sum_{i=1}^{n=16} F6 + \sum_{i=1}^{n=16} F7}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16}, \quad (5)$$

Para el arco *h*:

$$R(H) = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} G1 + \sum_{i=1}^{n=16} G2 + \sum_{i=1}^{n=16} G3 + \sum_{i=1}^{n=16} G4}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16}, \quad (6)$$

Para el arco *i*:

$$R(I) = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} H1 + \sum_{i=1}^{n=16} H2 + \sum_{i=1}^{n=16} H3}{\# \text{ Total de factores} \cdot 16}, \quad (7)$$

Finalmente:

El índice de confiabilidad de la cadena de suministro se calcula de la siguiente manera:

$$R = 1 - (R(ABCD) + R(E) + R(FYG) + R(H) + R(I) + R(JYK)). \quad (8)$$

Una vez que se generó el modelo matemático se incorporaron los valores numéricos obtenidos con el personal de la empresa para cada factor de riesgo.

## RESULTADOS

La tabla 2 muestra el resultado obtenido para la primera ficha de evaluación, la cual es representativa, ya que fue usada como modelo para todos los arcos.

**Tabla 2.**

Resultados de los arcos *a, b, c* y *d* de la empresa en estudio.

	<b>Arcos: <i>a, b, c, d</i></b>	<b>Frecuencia</b>				<b>Impacto</b>				<b>Total</b>
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
A1	Riesgo en que por cuestiones de calidad la materia prima sea rechazada.	2				3				6
A2	Riesgo de que por contaminación la materia prima sea rechazada.		2				3			6
A3	Riesgo de que la materia prima no llegue a producción a tiempo por cuestiones de descarga.			3			3			9
A4	Riesgo de que el ingrediente no llegue a tiempo por problemas de seguridad en el transporte.		2				3			6
A5	Riesgo de que la materia prima llegue incompleta.			3		2				6
A6	Riesgo de que un proveedor no sea capaz de entregar un ingrediente en un periodo de tiempo (entregas extraordinarias, con poco tiempo de pedido).	1						3		3
A7	Riesgo de que la materia prima no llegue a tiempo por problemas de transporte.		2				3			6
A8	Riesgo de que por cuestiones de documentación la materia prima sea rechazada.	1							4	4

Sustituyendo los valores obtenidos en la tabla 1 en la ecuación (3) se obtiene el siguiente valor:

$$R(ABCD) = \frac{6+6+9+6+6+3+6+4}{8 \cdot 16} = \frac{46}{128} = 0.359.$$

La evaluación que se muestra para los arcos *a, b, c* y *d* también se realizó para el resto de los arcos, obteniéndose un valor de confiabilidad para la cadena de suministro de  $0.652 = 65.20\%$ :

$$R = 1 - (R(ABCD) + R(E) + R(FYG) + R(H) + R(I) + R(JYK))$$

$$R = 1 - (0.099 + 0.05 + 0.082 + 0.052 + 0.028 + 0.037)$$

$$R = 1 - 0.348 = 0.652 = 65.20\%$$

La figura 3 muestra los valores que se obtuvieron al evaluar el impacto y la frecuencia. Pese a que son 29 factores, no todos se pueden visualizar en la figura 3, ya que varios se encuentran traslapados en el punto donde su valor de frecuencia e impacto son iguales.

De la figura 3 se seleccionaron los factores del recuadro como los significativos mostrados con línea punteada, pues son los que aportan más riesgo a la cadena de suministro. A su vez, estos factores se condensaron en la tabla 3, la cual muestra su caracterización.

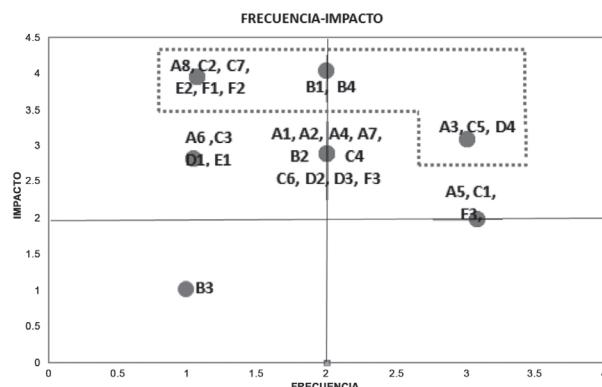


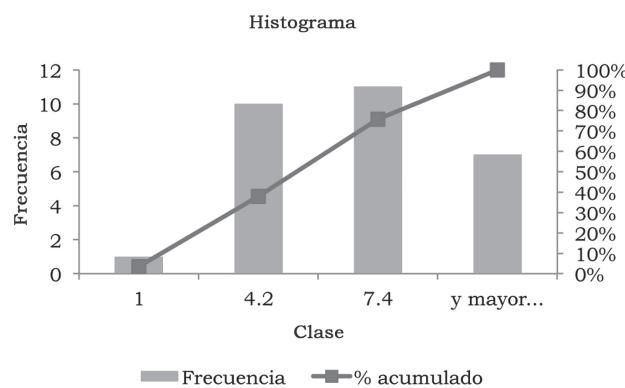
Figura 3. Gráfica de resultados frecuencia-impacto.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.**  
 Factores seleccionados.

Código	Descripción	Nombre
A3	Riesgo de que la materia prima no llegue a producción a tiempo por cuestiones de descarga.	Riesgo de capacidad
A8	Riesgo de que por cuestiones de documentación la materia prima sea rechazada.	Requerimientos regulatorios
B1	Riesgo a contaminación del alimento por mal almacenamiento.	Problemas de calidad
B4	Riesgo de deterioro por condiciones ambientales.	Problemas de calidad
C1	Riesgo por fallas en las básculas.	Riesgo técnico
C5	Riesgo por falta de electricidad.	Riesgo por tercero
C7	Riesgo por fallas en la caldera.	Riesgo técnico
D4	Riesgo a que el alimento sea rechazado por falta de espacio.	Riesgo de capacidad
E2	Riesgo a que los pedidos sean mal calculados.	Riesgo por pronóstico
F1	Riesgo a que la materia prima no llegue por indisponibilidad.	Confiabilidad del proveedor
F3	Riesgo a que el cálculo de materia prima sea incorrecto.	Gestión de inventario

Posteriormente se realizó una normalización de los datos obtenidos. Para ello, se multiplicaron los Valores Totales = Impacto × Frecuencia por un factor de 1.68. Este factor de normalización se obtuvo dividiendo el promedio total del impacto 3.13 entre el promedio total de la frecuencia 1.86. Así, se obtuvo el histograma de la figura 4 donde se observa cómo el 78.9% de los datos son menores o iguales a 7.4. Los valores de 8 y 9 que se seleccionaron como críticos corresponden al 21.1% del total de los datos.



**Figura 4.** Histograma de Impacto x Frecuencia.  
 Fuente: Elaboración propia.

Con esos resultados se puede afirmar que la cadena de suministro trabaja con un 78.9% de confiabilidad parcial, ya que esta confiabilidad divide los factores en categorías y no hace una evaluación total. Sin embargo, el 21.1% restante está generando pérdidas monetarias a la empresa, y el objetivo sería disminuir ese riesgo y aumentar su confiabilidad.

Para realizar la simulación de la cadena de suministro es necesario tener datos históricos de los tiempos durante los cuales la cadena de suministro se ha interrumpido, así como el arco que fue afectado. Para que esos datos sean representativos se propone tener al menos un año de historial para este tipo de análisis, ya que con los datos disponibles se ha constatado que los tiempos de falla pueden variar de mes a mes. Por ejemplo, algunos proveedores entregan sus productos en distintas épocas del año, o el suministro de energía eléctrica se interrumpe con más frecuencia en época de lluvias, etcétera. De manera que esa simulación dará la probabilidad de que la cadena de suministro en estudio sea interrumpida en un periodo de 365 días.

## DISCUSIÓN

Este artículo planteó que, a partir de una crisis que se tuvo en las cadenas del suministro debido a la escases de materias primas agrícolas, se generaba una ruptura en la cadena de suministro que afectó los eslabones siguientes de la cadena productiva. La documentación de la empresa hacia ver que en años anteriores ya se había presentado una situación similar, sin embargo se consideraba que este factor no había sido tomado en cuenta en la planeación. Por ello surgió el interés por evaluar la confiabilidad de la cadena de suministro, a fin de encontrar los factores que la afectan y poder contemplarlos para las siguientes etapas de planeación, sobre todo las que se realizan al principio de cada año.

Al realizar el análisis se encontró que el riesgo de que una materia prima no llegue por indisponibilidad tiene un impacto alto, sin embargo no es frecuente. Asimismo, se encontró que no es el único riesgo con estas características, sino que hay otros 10 riesgos más que afectan de manera significativa la cadena de suministro.

Por otro lado, la confiabilidad de la cadena de suministro en estudio pudo ser evaluada de acuerdo con las fórmulas que se desarrollaron en el modelo matemático. Actualmente, la cadena de suministro tiene una confiabilidad de 65.20%. Para aumentar esa confiabilidad se pueden implementar las medidas suge-

ridas para mitigar el impacto de cada factor, o bien, disminuir la frecuencia de ocurrencia de aquellos factores controlables.

A manera de conclusiones, se expone un método desarrollado que puede ser usado como una herramienta para la toma de decisiones al evaluar cómo se afecta la confiabilidad de la cadena de suministro bajo distintas situaciones, por ejemplo cuando un proveedor no entrega la mercancía a tiempo o por la frecuencia con la que se avería una caldera.

Es importante señalar que la empresa no había realizado estudios similares, por tal motivo la información original fue escasa e inconsistente. No obstante, aún con las limitaciones señaladas, las mejoras que se pueden aplicar a la empresa permitirán aumentar la confiabilidad y, por ende, aumentar la calidad de los productos finales.

Se recomienda que la empresa cuantifique de manera sistemática el impacto económico de los riesgos en sus cadenas de suministro, y mida la mejora producida por los cambios implementados.

## CONCLUSIONES

El presente estudio permite conocer los factores que impactan negativamente a la cadena de suministro, propiciando una iniciativa que permita mitigar o, incluso, eliminar en el futuro el impacto de estos factores. Se logró obtener un modelo matemático que evalúa el riesgo en cada arco y, finalmente, la confiabilidad de la cadena de suministro.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que es posible medir la confiabilidad de la cadena de suministros de manera empírica, detectando los riesgos que interrumpen su adecuado funcionamiento. De esa forma, la confiabilidad de la cadena de suministro de la empresa en estudio fue de 65.20%. Para aumentar la confiabilidad, el método sugiere las áreas clave que pueden modificarse para mitigar el impacto que generan, o bien, disminuir la frecuencia con la que ocurre el riesgo.

## REFERENCIAS

- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5<sup>a</sup> edición). México: Editorial Pearson.
- Claypool, E. G. (2011). *Assessing and mitigating risk in a design for supply chain problem* (PhD Thesis Dissertation). Pittsburgh University: Pittsburgh, Pensilvania.
- Chopra, S., & Sodhi, M. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Journal: Sloan Management Review*, 46(1), 53-61.
- Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating supply chain through improved confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 388-396.
- Christopher, M. & Peck, H. (2004). Building a Resilient Supply Chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-14.
- Goldman, S., Nagel, R., & Preiss, K. (1995). *Agile Competitors and Virtual organizations: Strategies for Enriching the Customer*. New York, NY.: Van Nostrand Reinhold.
- James-Moore, S. & Gibbons, A. (1997). Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(9), 899-911.
- Klimov, R., & Merkuryev, J. (2008). Simulation model for supply chain reliability evaluation. *Journal: Technological and Economic Development of Economy*, 14(3), 300-311.
- McGillivray, G. (2000). Commercial risk under JIT. *Canadian Underwriter*, 67(1), 26-30.
- Miao, X., Yu, B., & Xi, B. (2009). The uncertainty evaluation method of supply chain reliability. *Journal Transport*, 24(4), 296-300.
- Overbeck, S. (2009). *Supply Chain Management – A critical analysis*. Munich, Germany: GRIN Publishing.
- Rice, J. & Caniato, F. (2003). Building a secure and resilient supply network. *Supply Chain Management Review*, 7(5), 22-30.
- Sagarpa (2010). La producción de carnes en México. *Claridades agropecuarias*, (207), 9-33.
- Smith, D. & Tranfield, D. (2005). Talented Suppliers? Strategic Change and Innovation in the UK Aerospace Industry. *R&D Management*, 35(1), 37-49.
- Zsidisin, G. & Ritchie, B. (2009). *Supply Chain risk. A Handbook of assessment, Management and Performance*, United States: Springer.