



Modelo de costos colaborativo para la cadena de suministro del sector panificador*

Gerardo Alexander Vergara Mesa^a ■ Jesús Vergara Mesa^b
■ Carlos Augusto Rincón Soto^c ■ July Tatiana Carranza Jiménez^d

Resumen: *Objetivo:* proponer un modelo de costos híbrido colaborativo para la cadena de suministro del sector panificador en Colombia, conformado principalmente por MiPymes (micro, pequeñas y medianas empresas), los cuales no cuentan con un sistema integrado de costos que permita realizar mediciones, análisis, control y gestión estratégica, que facilite la supervivencia de las empresas participantes y su desarrollo conjunto.

Metodología: se parte de un análisis bibliográfico, luego la metodología se fundamenta en un sistema de costos por procesos, con algunos elementos relevantes del costo, costeo estándar y precios de transferencia. El modelo incluye elementos relevantes en la medición horizontal en la cadena productiva que permiten hacer análisis cooperativo. *Resultados:* se presenta un ejemplo del modelo matemático apoyado en datos del estudio de caso, que genera indicadores de costos que pueden ser útiles para la gestión de la cadena productiva.

Palabras clave: modelo de costos; costos colaborativos; cadena de suministro; análisis de costos; gestión de costos

Recibido: 12/12/2022

Aceptado: 23/03/2023

Disponible en línea: 23/10/2023

Cómo citar: Vergara Mesa, G. A., Vergara Mesa, J., Rincón Soto, C. A., & Carranza Jiménez, J. T. (2023). Modelo de costos colaborativo para la cadena de suministro del sector panificador. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 31(1), 119–135. <https://doi.org/10.18359/rfce.6578>

Código JEL: M41, L11, M21

* Artículo de investigación.

a Magíster en administración de la Universidad del Valle DTC. Facultad de Ciencias Económicas Universidad de San Buenaventura, Cali – Colombia.

Correo electrónico: gerarve@usbcali.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1764-4104>

b Magíster en administración de la Universidad del Valle. Docente de la Universidad Javeriana-Cali

Correo electrónico: jesusv@javerianacali.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4180-9618>

c Doctor en administración de la Universidad del Valle. Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad del Valle (Colombia)

Correo electrónico: carlos.augusto.rincon@correounivalle.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4710-5558>

d Contador público de la Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia

Correo electrónico: jucarranza@correo.ugr.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9772-298X>

Collaborative Cost Model for the Bakery Supply Chain

Abstract: The objective of this study is to propose a collaborative hybrid cost model for the bakery supply chain in Colombia, mainly composed of Micro, Small, and Medium-sized Enterprises (MSMEs) which lack an integrated cost system to perform measurements, analysis, control, and strategic management. This model aims to facilitate the survival and joint development of participating companies. The methodology used in this research begins with a literature review, followed by a methodology based on a process cost system with relevant cost elements, standard costing, transfer pricing, and the model incorporates significant elements in horizontal measurement within the production chain to enable cooperative analysis. The results were: an example of the mathematical model is presented, supported by data from a case study, which generates cost indicators that can be useful for managing the production chain.

Keywords: Cost Model; Collaborative Costs; Supply Chain; Cost Analysis; Cost Management.

Modelo de custos colaborativos para a cadeia de suprimentos do setor de panificação

Resumo: Objetivo: propor um modelo híbrido colaborativo de custos para a cadeia de suprimentos do setor de panificação na Colômbia, composta principalmente por Micro, Pequenas e Médias Empresas (MiPymes, na Colômbia), que não possuem um sistema integrado de custos para realizar medições, análises, controle e gestão estratégica, visando facilitar a sobrevivência das empresas participantes e seu desenvolvimento conjunto. **Metodologia:** Partimos de uma análise bibliográfica e, em seguida, a metodologia é fundamentada em um sistema de custos por processos, com elementos relevantes como custo padrão, preços de transferência. O modelo inclui elementos significativos na medição horizontal da cadeia produtiva, permitindo análises cooperativas. **Resultados:** Apresenta-se um exemplo do modelo matemático apoiado em dados de um estudo de caso, que gera indicadores de custos que podem ser úteis para a gestão da cadeia produtiva.

Palavras-chave: modelo de custos; custos colaborativos; cadeia de suprimentos; análise de custos; gestão de custos.

Introducción

Las cadenas de suministros de un producto o servicio están integradas por múltiples etapas y procesos; cuando está compuesta por pymes (pequeña y mediana empresa), cada empresa se especializa y ofrece una o varias de estas etapas, lo que lleva a que los procesos de la cadena de suministro se gestionen de forma independiente. En una cadena de suministro agroindustrial, las etapas pueden integrar desde la producción agrícola hasta la entrega del producto final al cliente (López Joy *et al.*, 2014; Sánchez-Galván *et al.*, 2020). A las cadenas de suministros que analizan todo el proceso productivo hasta el cliente, algunos autores las consideran como cadenas productivas (Chiarello *et al.*, 2021). En este artículo, los términos cadenas de suministros y cadenas productivas serán usados de forma indistinta. Las cadenas de suministros de producción interna de un país se ven comúnmente en crisis por la llegada de productos de otras naciones o con la entrada de las multinacionales extranjeras, las cuales tienen mejores tecnologías, conocimiento y flujo financiero, afectando la economía interna de los países emergentes.

La desarticulación y el desacoplamiento en la administración de la cadena de suministro hace que no se puedan tomar estrategias concertadas de mayor envergadura e influencia en toda la cadena hacia el consumidor final (Chen *et al.*, 2022). Hay instituciones que agrupan sectores de cadenas productivas, lo cual les permite tener presencia y voz ante las políticas estatales y de producción (Bada Carbajal *et al.*, 2017). Estas últimas requieren de la cooperación y transparencia de las empresas asociadas con el gremio para crear una cadena productiva de mayor capacidad, calidad y precio para los consumidores.

El mejoramiento en la comunicación, integración y cooperación de las empresas que componen una cadena productiva hace que puedan competir de manera articulada ante las amenazas del mercado (Bada Carbajal *et al.*, 2017). Para ello, estas empresas requieren información e indicadores que revelen el flujo productivo para que puedan controlar, administrar y proponer estrategias conjuntas

de producción, mercadeo y ventas. Los indicadores de productividad y costos hacen parte de los datos clave para la toma de decisiones y para el control de los procesos productivos de una cadena (Chand *et al.*, 2020). Sin embargo, los modelos de costeo no están dirigidos hacia el estudio de cadenas productivas (Vergara Mesa *et al.*, 2017).

Esta investigación tiene como objetivo proponer una simulación matemática bajo un modelo de costos híbridos de la cadena de suministro del sector de la panificación. Lo anterior basado en un estudio de caso de un gremio que agrupa varias empresas que están relacionadas con algún proceso de la cadena de producción de la panificación. Por lo tanto, este trabajo aporta una herramienta de análisis para transparentar la información sobre el aporte de cada eslabón al costo del producto final. La claridad y la transparencia de la información en una negociación son elementos fundamentales para la construcción de la cooperación (Ayala Espino, 1999; Löfgren *et al.*, 2002; Poteete, 2012). Esto permite diseñar estrategias de costos colaborativos que maximizan el valor agregado y las ventajas competitivas de toda la cadena, aumentando el beneficio de cada una de las partes (Porter, 2002).

En trabajos cooperativos, la asignación de costos conjuntos es un tema de la contabilidad de costos que ha sido introducido desde la teoría de juegos (Hamlen, 1977). Gutiérrez (2012), por ejemplo, aplica la teoría de juegos cooperativos en un modelo de costos conjuntos. Rosenthal (2008), por su parte, incluye algunos aspectos de los costos de producción en la cadena de suministros. Sin embargo, estos trabajos no integran los costos de adquisición, de logística, de energía ni otros aspectos relacionados, como la utilización de la capacidad, para la unión estratégica de los procesos.

Para generar cohesión y cooperación entre los empresarios involucrados en la cadena de suministros, se destaca el trabajo colaborativo que se fomenta en los clústeres, unión estratégica para desarrollar procesos de optimización o colaboración en algunos sectores productivos y en ciertos temas específicos (Porter, 2009). El sector productivo, objeto de la presente investigación, tiene cierto grado de integración por agremiación y hace parte de

uno de los clústeres o cadena productiva denominada *macro snacks*, los cuales requieren potenciar su nivel de colaboración (Montes *et al.*, 2016).

Esta investigación está dividida en siete partes. La primera es la introducción. Posteriormente, se presentan los fundamentos teóricos de la cadena de suministros y de los sistemas de costeo y gestión en el contexto del estudio. En tercer lugar, se detalla la metodología. En cuarto lugar, se presenta un análisis de la cadena de suministro del sector de la panificación. Luego se propone un modelado de simulación matemática con una adaptación a un ejemplo basado en el estudio de caso. En sexto lugar, se exponen las discusiones, y, por último, se presentan las conclusiones.

Fundamentos teóricos

La cadena de suministro

El concepto fue incorporado inicialmente con el nombre cadena de abasto, que proviene del inglés *supply chain*, después de una entrevista ofrecida por el consultor Keith Oliver en 1982 al *Financial Times* (Heckmann *et al.*, 2003). Según Bigliardi *et al.* (2022), las organizaciones que participan en las cadenas de suministro utilizan herramientas potentes y eficaces para la planificación de la demanda y de la gestión logística, pero se concentran menos en el desempeño a lo largo de la cadena de suministro.

Las mejores cadenas de suministro se centran en sobresalir en cuatro prioridades competitivas: *velocidad*, denominada usualmente ciclo de vida; *calidad*, fiabilidad relativa de las actividades de la cadena; *suministro*, esfuerzos de las cadenas para gestionar el costo, ya sea reduciendo los gastos o aumentándoles, y *flexibilidad*, respuesta de una cadena de suministro a los cambios que se pueden dar en las necesidades de los clientes (Lee, 2004).

Una forma de cómo cumplir con las prioridades mencionadas anteriormente es a partir de la *agilidad*, la cual se puede obtener mediante el uso de políticas y alianzas para gestionar el exceso de capacidad; la *gestión del dato* es un vehículo que puede generar reacciones rápidas y oportunas, o la identificación y formulación de estrategias clave

que minimicen los costos incluidos en los procesos productivos. Los mecanismos de integración externa para alcanzar estos beneficios pueden ser clasificados en integración por contratos, integración por medio de toma de decisiones conjunta, como el VMI (*Vendor Managed Inventory*, por sus siglas en inglés) y el CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*, por sus siglas en inglés), integración por información compartida e integración por medio de la tecnología de la información (Villa Marulanda y Torres Delgado, 2012).

Las cadenas de suministro deben desarrollar procesos de retroalimentación colaborativa e inversión de recursos para su gestión. Esto a partir de asociaciones basadas en la logística, que influyen en el establecimiento de cooperación entre empresas (Lindsey Hall *et al.*, 2022) para mejorar la productividad de la cadena en temas de eficiencia y eficacia con estrategias emergentes y desarrollos de nuevas tecnologías (Kaplan y Norton, 2001); así como estrategias de comunicación, agremiación y cooperación (Nalebuff y Brandenburger, 1996) ajustadas a la dinámica actual con decisiones sobre costos, inventario y servicio al cliente. Chopra y Meindl (2013) y Gutiérrez y Jaramillo (2009) indican que el objetivo de una cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado; esto se puede lograr con un alto nivel de confianza, que permite a una cadena obtener más capacidad de respuesta a un menor costo. Otro propósito es incluir la liberalización de las políticas comerciales, de inversión y de los costos de transporte más bajos generados por el desarrollo tecnológico como fuertes incentivos para que los fabricantes de equipos originales operen las cadenas de suministro, que en algunos casos pueden incluir procesos de re-manufactura, con impactos positivos en los pilares económico, ambiental y social de la sustentabilidad (Li *et al.*, 2023).

Para lograr este tipo de objetivos, los sistemas logísticos involucrados dentro de la cadena deben identificar la inversión de recursos requeridos, los cuales varían según el tipo y tamaño de la empresa, los productos, los canales de distribución y las características del cliente (Orjuela-Castro *et al.*, 2017).

Según Kaneberg, *et al.* (2021), se deben realizar estudios de red más explícitos que revelen la dinámica y las interacciones entre diferentes niveles de red, donde también se podrían incluir datos cuantitativos.

Los argumentos anteriores se pueden resumir en los siguientes supuestos importantes de la integración y cooperación en la cadena de suministros, lo cual justifica el desarrollo y aporte de esta investigación:

- El aumento del costo en los eslabones de una cadena productiva aumenta el costo final del producto y disminuye las ventas finales al cliente, lo que afecta el volumen de venta de toda la cadena (Peng *et al.*, 2022).
- La cooperación entre diferentes eslabones de una cadena productiva incrementa la calidad y las ventas de toda la cadena productiva (Cano *et al.*, 2015).
- La cooperación entre diferentes eslabones de una cadena productiva aumenta el margen de rentabilidad y la distribución en cada uno de los eslabones. También, la falta de cooperación de los diferentes eslabones podría impactar negativamente en la rentabilidad y distribución de los eslabones que tienen menos control, lo que afecta la dinámica y velocidad de la cadena productiva (Woo y Suresh, 2022).
- Las grandes empresas panificadoras impactan la economía de las pequeñas y medianas empresas de la cadena panificadora porque tienen una mayor capacidad de compra, una alta captura de las materias primas y una acumulación de descuentos (Cambra Fierro y Polo Redondo, 2012; Vargas Sánchez *et al.*, 2016). La asociación y cooperación de la cadena productiva de las pymes es una estrategia para minimizar los impactos económicos y aumentar la competitividad (González *et al.*, 2013).
- La transparencia de la información entre los actores que conforman la cadena productiva es importante para crear la confianza y garantizar la cooperación en una cadena productiva (Aylla Espino, 1999; Brickley *et al.*, 2005).

La contabilidad de costos y gestión en la cadena de suministros.

La contabilidad de costos y de gestión entrega información a usuarios internos que sirve para el control de los procesos y para la toma de decisiones estratégicas (Porporato, 2015). Existen algunas derivaciones de la contabilidad de gestión con diferencias sutiles, como la contabilidad analítica de costos (Belda y Paredes 2008) o la contabilidad gerencial (Polimeni *et al.*, 1998; Velásquez, 2019). Sin embargo, para este trabajo, no se argumenta ni se resuelve el alcance de cada una y se asumen como sinónimos (Duque-Roldán *et al.*, 2011). Para Kaplan y Norton (2002), la contabilidad de costes y la contabilidad de gestión no se pueden entender la una sin la otra, pues los costos entregan indicadores clave para el análisis de la gestión organizacional (Mejía *et al.*, 2018; Rincón-Soto, 2011; Rincón-Soto *et al.*, 2019). Xinyi *et al.* (2022) propusieron que el costo de la cadena de suministro consta de tres partes: costos directos, de actividad y de transacción, lo que ha ganado la aceptación de muchos académicos y se ha aplicado en la contabilidad de costos de la cadena de suministro (Roslender y Hart 2002). La alta competitividad y complejidad de los mercados evidenció la necesidad de que las organizaciones adaptaran los sistemas de contabilidad de gestión al nuevo entorno (Geiger y Ittner 1996). De acuerdo con Castro, Suárez y Chinchilla (2017), la gestión contable utiliza términos incompletos para la medición de los costos y de los procesos logísticos, ya que no desagregan por actividad ni tienen en cuenta la interconexión de la cadena de suministros. Además, de acuerdo con Duque y Osorio (2011), para una organización es importante tener en cuenta los costos estándar, los cuales proveen indicadores de variación, indicadores de eficiencia e ineficiencia y otros indicadores para la toma de decisiones.

Los costos son considerados como inversiones, porque de ellos se esperan beneficios presentes y futuros (Sinisterra Valencia y Rincón Soto, 2017). Por lo tanto, un informe integral de costos demanda su comparación con los ingresos. La comparación de costos, ingresos y rentabilidad por cada

proceso o departamento de producción se reconoce como un modelo de precios de transferencia (Rosenthal, 2008). Este ofrece un indicador de rentabilidad por procesos. El diseño de los costos de transferencia se puede integrar sin mayor complejidad en un modelo de cadenas productivas, porque cada empresa factura al próximo eslabón.

Las necesidades de información que proveen los métodos de costeo se pueden agrupar en la metodología de costos híbridos, la cual fomenta un diseño justificado en la información e indicadores de costos y de gestión basados en las necesidades de los usuarios directos de la información, para luego determinar el sistema de información adecuado para la organización (Rincón y Vergara, 2013). En la búsqueda bibliográfica no se encontró ningún aporte académico sobre el diseño de un sistema de información de costos orientado a las cadenas de suministros del sector de la panificación, lo que justifica este trabajo.

Metodología

La metodología utilizada está basada en un estudio de caso (Martínez, 2006) de las pymes de la cadena productiva de panificación que pertenecen a la Asociación de Fabricantes del Pan (ADEPAN). Para este estudio, se tomaron datos e informes publicados por ADEPAN, estados financieros de varias de las pymes, así como entrevistas con empresarios, donde se recogieron datos sobre procesos y precios de venta, que se triangularon con información pública del mercado.

Para diseñar un modelo de costos que permita la medición, el análisis y facilite la gestión en la cadena de suministro del sector de panificación, se incluye el sistema de acumulación de costos por procesos con algunos elementos relevantes del costo: costeo estándar y precios de transferencia, en un sistema de costos en línea, que lo convierten en un sistema híbrido ajustado a la necesidad de los usuarios analíticos (Rincón y Vergara, 2013).

El modelo de costeo de una sola empresa tiene distintas complejidades, por lo tanto, integrar un grupo de empresas de una cadena productiva incrementa la dificultad (Muñoz-Pinzón *et al.*, 2020). Para poder costear un sistema de producción en

línea de una cadena productiva, en un diseño de costos híbridos, se toma como primer paso identificar las necesidades y requerimientos de información y control que requiere la gerencia de cada empresa, así como los resultados de cada eslabón y de la cadena, información clave para observar la competitividad y eficiencia del proceso. Es decir, resultados de costos horizontales y verticales de la cadena (Trejos *et al.*, 2011; Covas *et al.*, 2022).

Para obtener la información de las necesidades de las empresas, horizontal de los eslabones y vertical de la cadena, se realizaron entrevistas abiertas a los administradores y a varios directivos a cargo de las agrupaciones de panaderos, los cuales expresaron sus preocupaciones y necesidades de información del sector, así como la importancia de la cooperación de sus integrantes y la transparencia de la información entre las partes de la cadena (Chen *et al.*, 2022), que posibiliten acuerdos y negociaciones en un ganar-ganar con miras a mejorar la productividad, la competitividad y la cooportunidad (Nalebuff y Brandenburger, 1996).

El modelo de costeo colaborativo está propuesto en un modelado de simulación matemática de la cadena de suministro (Dávila Vélez *et al.*, 2012), que ofrece un riguroso modelo matemático que se basa en una programación multiobjetivo, la cual tiene como propósito resolver problemas de medición y decisión con múltiples funciones objetivo (Aranda-Pinilla y Orjuela-Castro, 2015, p. 39), con la intención de obtener los costos de cada uno de los eslabones y de cada uno de los procesos que se desarrollan, así como la capacidad productiva de la cadena. Esto permite conocer cuánto aporta cada eslabón al precio final de los productos de panificación y cómo se asigna la rentabilidad a cada eslabón, lo que podría dar información clara sobre la equidad en los procesos de distribución de la riqueza en la cadena productiva. Además, se ejemplifican y se representan los resultados en dos tablas, la primera (tabla 2) presenta el cálculo del costo unitario equivalente por cada eslabón de la cadena de suministro para obtener un kilogramo de pan, junto con su respectiva explicación para facilitar la comprensión del modelado matemático. En la segunda (tabla 3), se presenta el costo unitario, el margen bruto y el precio de venta unitario

equivalente, así como el indicador vertical frente al cálculo total de las variables presentadas.

La estructura propuesta incluye las variables principales, o consideradas como costos relevantes, en un sistema de costos por procesos. Según Informa y Sectorial (2020), la harina representa, en promedio, el 21,2 % de los costos totales de la transformación del pan en todas las regiones, considerado un costo variable y dependiente de la producción y ventas; de igual forma, se incluye el costo de energía, elemento clave en la inversión operativa que puede ser capturado por sistemas de costos estándar ajustado. Lo anterior con las diferentes métricas que faciliten estimaciones paramétricas, y que consisten en utilizar un algoritmo para calcular el costo y la duración con base en datos históricos y parámetros del proyecto. De igual forma, la estructura incorpora datos clave como el consumo de agua que se puede incorporar en la contabilidad de costos y gestión (Russi y Martínez-Alier, 2003). El propósito es controlar el consumo de este tipo de recurso incluido en el eco-balance, iniciativa basada en la concepción de la primera ley de la termodinámica, y propende por una contabilidad de flujo de materiales que examina los *inputs* o entradas y los *outputs* o salidas entre la economía y el ambiente (Linares y Suárez 2017), las cuales, en cierto nivel, se relacionan con los desperdicios sólidos, la energía, el gasto de agua, las emisiones al aire y al suelo. Esto a fin de tener los datos de medición en toda la cadena productiva, que es lo que preocupa tanto las empresas privadas como públicas por las deudas ocultas o pasivos ambientales generados (Doroni y Georgina, 2019).

Análisis de la cadena de suministros del sector de panificación

Sector productivo

Según CONFECÁMARAS (Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, 2022), en Colombia existen aproximadamente 25 000 panaderías, de las que, por lo menos el 10 %, están clasificadas como microempresas. Este sector productivo

no presenta un crecimiento significativo, pero sí muestra estabilidad. Para los períodos comprendidos entre enero y mayo del año 2020, Informa (2020) señala que el desempeño de la industria panificadora continuó conservando la tendencia creciente que registró en 2019, cuando las condiciones del mercado fueron normales y no hubo incidencia con la llegada de la pandemia provocada por el COVID-19.

Durante los primeros cinco meses del año 2020, de acuerdo con los datos de Informa (2020), existieron incrementos entre 6,4 % y 7,3 %; se resalta de manera específica que el consumo por año per cápita de pan en Colombia es de 27 kilos, de igual forma, se reportó un incremento de 3,1 % del IPC del pan en abril del 2020, con respecto al año 2019. Se debe tener en cuenta que el precio de insumos, como el trigo y los huevos, causan el mayor impacto en el costo del producto. El pan industrial, empaquetado y con procesos de bioseguridad, ha tomado fuerza por la llegada de compañías internacionales (Informa, 2020).

El costo más relevante a lo largo de la cadena de suministro es el trigo, insumo principal para la elaboración del pan. Esta materia prima participa en toda la cadena productiva. Según los informes de FENALCE (2021), entre 1950 y 2019, las hectáreas de cultivo de trigo se redujeron en un 97 %; de igual forma, la producción en toneladas durante ese mismo período bajó a un 91 %. Esta situación se debe al aumento en las importaciones del trigo, que crecieron proporcionalmente en un 97 %, causando que los costos internos de producción del pan y derivados del trigo estén sujetos a la fluctuación de los precios internacionales del cereal y, como consecuencia, a la tasa de cambio.

Identificación de los eslabones

La cadena productiva de las molineras, reposterías y panaderías comprende varios eslabones que van, desde el procesamiento de los insumos, hasta la producción de elementos más elaborados, como el pan. En la figura 1 se presentan los diferentes eslabones y procesos identificados para obtener el producto final.

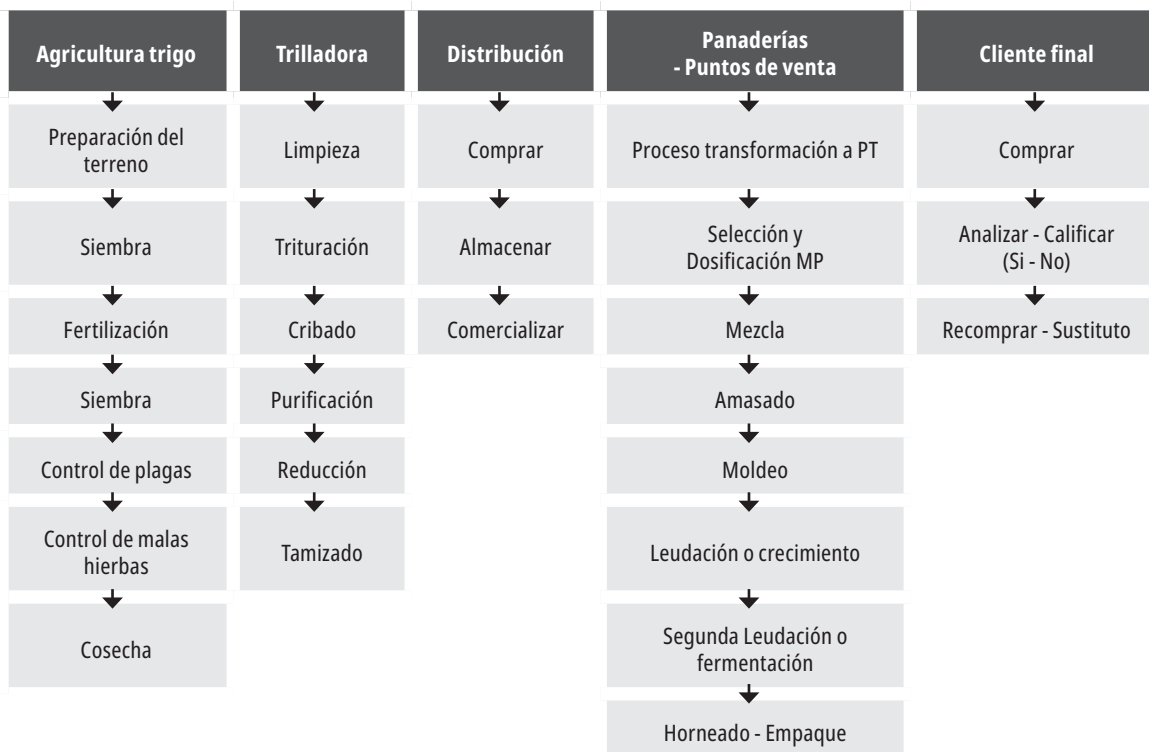


Figura 1. Mapeo de eslabones y procesos de la cadena productiva del sector de panificación.

Fuente: elaboración propia basada en los análisis de procesos y conceptos básicos del VSM que es una técnica utilizada para ajustar y orientar la producción al rediseño de sistemas productivos

El proceso inicia con la agricultura (eslabón 1), donde se siembra el principal insumo para la elaboración del pan, el trigo. El paso posterior es la empresa trilladora o harinera (eslabón 2), que se encarga de la transformación del trigo en *harina de trigo*. Esto incluye la clasificación, selección por tamaño y de la calidad del grano, para luego trasladar de manera directa al productor, en alianza con el eslabón 3, que es la distribución, referido a la comercialización de la harina de trigo, que luego se traslada al eslabón 4, que son las panaderías o puntos de venta; para este caso en especial, se integran otros componentes considerados relevantes para la producción del pan, como los huevos, los lácteos y sus derivados (queso), la levadura, la grasa y la sal, considerado como otros costos de materiales. El último eslabón (el 5) es el cliente, usuario final de la cadena de suministro. Existen importaciones de otras cadenas productivas de productos similares y sustitutos que compiten por mercados semejantes, cuestión que motiva a la cadena productiva interna

a desarrollar estrategias para mantenerse vigentes en el mercado.

Modelo matemático de costos para la supply chain de panificación MCSCP

El informe sectorial expresa que el desarrollo de clústeres es una herramienta central para la organización, facilita el desarrollo de los negocios y la implementación de políticas que mejoran la integración con la economía global (Informa, 2020). Además, es una oportunidad para que las universidades direccionen sus esfuerzos con investigaciones que logren satisfacer las necesidades de los clústeres. El presente proyecto cuenta con el apoyo de varios de los afiliados de la Asociación Nacional de Industriales de Panadería (ANIPAN), que participaron en las entrevistas.

Dentro de los reportes generados por ADEPAN, aliado estratégico con ANIPAN, representantes del sector panificador en Colombia, se observa que los empresarios de los diferentes eslabones calculan

sus costos unitarios teniendo en cuenta, básicamente, los costos de las materias primas directas, dejando por fuera, comúnmente, egresos y gastos relevantes, entre ellos, la mano de obra directa, dada la dificultad para integrarlo al costo.

De acuerdo con lo anterior, se considera necesario la incorporación de los costos estándar como elemento de predeterminación para los costos de los procesos directos e indirectos en la cadena de suministro, e incorporar algunos costos clave por su peso relativo en el costo de los productos requeridos en los diferentes eslabones. Aunque se evaluó integrar costeo por actividades, no se incluyó en la modelación, por varias razones: la inexistencia de información detallada, la depuración que tenían los sistemas de costos, la formación administrativa hacia una gestión por actividades y la inversión onerosa que requiere este sistema.

Clasificación, caracterización y taxonomía en la cadena de suministros del sector de panificación (MCSCP)

Los eslabones identificados y clasificados para la cadena de suministros del sector de panificación se exponen en la tabla 1.

Tabla 1. Eslabones de la cadena de suministro del sector de panificación, con la taxonomía del costo total unitario promedio equivalente por eslabón, para producir 1 kg de pan

| Elementos de la función | Descripción | Eslabones de la cadena |
|-------------------------|--|------------------------------|
| $Cx_1 \{1,2,3...\} =$ | | Eslabón 1. Agricultura trigo |
| $Cx_2 \{1,2,3...\} =$ | Costos unitarios equivalentes necesarios para producir 1 kg de pan | Eslabón 2. Trilladora |
| $Cx_3 \{1,2,3...\} =$ | | Eslabón 3. Distribución |
| $Cx_4 \{1,2,3...\} =$ | | Eslabón 4. Panadería |
| $Px_5 =$ | Precio de venta final | Eslabón 5. Cliente |

Fuente: elaboración propia.

El costo total unitario integrado para producir un kilogramo de pan, sumando los diferentes costos unitarios equivalentes por cada eslabón productivo, tiene en cuenta la cantidad de trigo

necesaria para producir un kilogramo de harina de trigo, y a su vez, la harina de trigo requerida para producir un kilogramo de pan, hasta llegar al costo final de un kilogramo de pan con los recursos necesarios en la cadena de suministro sin utilidad. Para calcular la utilidad en cada eslabón, se emplea la función lineal (1):

$$\Sigma Cx_s = \left[\frac{\Sigma Cx_1}{he} \right] \times Qst_t \times Qst_h + (\Sigma Cx_2 / Kgh) \times Qst_h + (\Sigma Cx_3 / Kgh) \times Qst_h + (\Sigma Cx_4 / Kgp)$$

$$\Sigma Cx_s = Cx_1 + Cx_2 + Cx_3 + Cx_4 \tag{1}$$

Donde ΣCx_s es la sumatoria del costo total unitario equivalente para obtener 1 kg de pan. Este total se obtiene de la suma de los costos unitarios equivalentes de cada eslabón que conforma la cadena de suministro del sector de panificación (MCSCP) para obtener el costo unitario por un kgp (kilogramo de pan). Este costo es acumulativo hasta llegar al cálculo final, así:

Eslabón 1. Agricultura trigo (costo total)

ΣCx_1 es la sumatoria de los costos totales promedio invertidos en la siembra de trigo; servirá de base para realizar el cálculo del costo del kilogramo de trigo sembrado, el cual podrá ser comparado frente al valor razonable del mercado para identificar la posible pérdida o utilidad en la operación. *he* es el número de hectáreas sembradas de trigo, *Kgt* son los kilogramos de trigo obtenidos en la cosecha por cada hectárea sembrada, *Qst_t* es la cantidad estándar de trigo necesaria para obtener un kilo de harina de trigo (1,4 kg promedio actual) y *Qst_h* es la cantidad de harina de trigo necesaria para obtener un kilo de pan (0,6 kg promedio actual).

Eslabón 2. Trilladora (costo total)

ΣCx_2 es la sumatoria de los costos totales de transformación del trigo en harina de trigo, *Kgh* es un kilogramo de harina de trigo obtenido del proceso de trilladora. Para obtener 1 kg de harina de trigo, se requiere 1,4 kgt (kilogramos de trigo). De 1 kgt se obtienen 0,714 kgh. *Qst_h* es la cantidad estándar de harina de trigo necesaria para obtener 1 kgp (kilo de pan) (0,6 kgh es el promedio actual); *B₁*,

B_2 y B_3 son los costos unitarios de cada proceso en el eslabón de trilladora para transformar y obtener un kilogramo de harina de trigo sin acumulación; Cx_{2kgh} es el costo de producción de un kilogramo de harina de trigo y Cx_2 es el costo unitario equivalente de la harina de trigo para producir 1 kgp.

Eslabón 3. Distribución (costo total)

ΣCx_3 es la sumatoria de los costos promedio de la distribución de la harina de trigo del mercado, sin incluir el costo de la harina de trigo; únicamente se tiene en cuenta el valor agregado del transporte, de la logística de entrada, del almacenamiento y de la salida al siguiente eslabón; esto incluye materiales de empaque, costos de conversión, de almacenamiento y otros costos necesarios para la distribución al eslabón siguiente (panadería). Kgh son los kilogramos de harina de trigo transportados, Qst_h es la cantidad de harina necesaria para obtener 1 kgp (0,6 kg es el promedio actual) por transporte.

Eslabón 4. Panadería (costo total)

ΣCx_4 es la sumatoria de los costos de transformación para obtener 1 kg de pan. Se incluyen los costos de otros materiales diferentes a la harina de trigo, la cual ya fue monetizada en los otros eslabones. También se incluyen los costos de conversión. Kgp son los kilogramos de pan obtenidos del proceso.

La función lineal (2) del cálculo del precio de venta equivalente, o precio de transferencia equivalente entre cada eslabón predecesor y sucesor, permite obtener el precio final de un kilogramo de pan kgp. La utilidad o margen bruto (Mb) es calculado para cada eslabón hasta llegar al consumidor final.

Para el primer eslabón (agricultura), el precio de transferencia del trigo dependerá del valor razonable en el mercado (IFRS, 2011) NIIF 13, o aquel consensuado entre vendedores y compradores. Para los demás eslabones, los precios están sujetos a la tendencia del mercado y a los costos de producción.

$$Px_5 = Px_1 + Px_2 + Px_3 + Px_4 \tag{2}$$

Donde: Px_5 es el precio de un kilogramo de pan, precio al consumidor final de la cadena.

Eslabón 1. Agricultura trigo (precio de venta)

Px_1 es el precio promedio equivalente de venta del trigo necesario para elaborar un kilogramo de pan al final de la cadena, el cual se calcula así:

$$Px_1 = Pkgtvr \times [Qst_t \times Qst_h] \tag{2.1}$$

Donde: $Pkgtvr$ es el precio del kilogramo de trigo a su valor razonable del mercado, el cual se multiplica por la cantidad de trigo necesaria para elaborar un kilogramo de harina de trigo, y luego, por la cantidad necesaria para elaborar un kilo de pan.

La pérdida (P) y ganancia (G) en la siembra se podrá medir según dos consideraciones: por el cultivo completo (3) o por kgt (3.1).

$$P, G = \left[\left(Pkgtvr - \left(\frac{\Sigma Cx_1}{Kgt} \right) \right) \times Kgt \times he \right] \tag{3}$$

Para la pérdida o utilidad en la siembra, bajo NIC 41, por kg de trigo:

$$P, G = \left(Pkgtvr - \left(\frac{\Sigma Cx_1}{Kgt} \right) \right) \tag{3.1}$$

Eslabón 2. Trilladora (precio de venta)

Px_2 es el precio de venta equivalente a la conversión de la harina de trigo necesaria para elaborar un kg de pan al final de la cadena.

$$Px_2 = \left[\left(\frac{\Sigma Cx_2}{Kgh} \right) \times Qst_h \right] - Px_1 Pkgtvr \times [Qst_t \times Qst_h] \tag{2.2}$$

Entonces:

$$Px_2 = \left[\left(\frac{\Sigma Cx_2}{Kgh} \right) \times Qst_h \right] - Px_1 \tag{2.3}$$

Siguiendo la secuencia:

Eslabón 3. Distribución (precio de venta)

Px_3 es el precio de venta equivalente al transporte de la harina necesaria para elaborar un kilogramo de pan al final de la cadena, donde se resta el valor de los precios de los dos eslabones anteriores, de manera que solo se mida el precio que se va acumulando por cada eslabón.

$$Px_3 = \left[\frac{\sum Cx_3}{Kgh} \right] \times Qst_h - (Px_1 + Px_2) \quad (2.4)$$

Eslabón 4. Panadería (precio de venta)

Px_4 es el precio de venta equivalente a los costos agregados a la harina de trigo necesarios para elaborar un kg de pan al final de la cadena.

$$Px_4 = [\sum Cx_4 / Kg] / (1 - Mb) - [Px_1 + Px_2 + Px_3] \quad (2.5)$$

Finalmente, el precio que paga el consumidor final sale de la suma de los precios equivalentes por cada eslabón:

$$Px_5 = Px_1 + Px_2 + Px_3 + Px_4 \quad (2)$$

La medición del margen bruto promedio porcentual, que se genera en cada eslabón de la cadena para luego obtener el margen bruto (4) del final de la producción de un kgp, corresponde a la integración de las funciones Mb.

Eslabón 1. Agricultura trigo (margen bruto)

El margen bruto (Mb_1) se obtiene de la diferencia entre el precio de venta en el mercado (equivalente a la cantidad de trigo y harina necesaria para producir 1 kgp) y los costos de la siembra, mientras que el margen bruto porcentual ($Mb_1\%$) surge del cociente entre el margen bruto obtenido y la sumatoria de los márgenes de todos los eslabones.

$$Mb_1 = [(Px_1 - Cx_1)]$$

$$Mb_1\% = (Mb_1 / \sum Mb_s) \quad (4.1)$$

Eslabón 2. Trilladora (margen bruto)

En el cálculo del Mb_2 del eslabón de trilladora se tiene en cuenta la acumulación de los precios de venta equivalentes del mismo eslabón de trillado, junto con el anterior de agricultura, y se compara contra el costo del eslabón de trillado más el precio de venta equivalente del eslabón de agricultura. Por su parte, el $Mb_2\%$ se obtiene dividiendo el margen bruto entre la sumatoria de las márgenes de todos los eslabones.

$$Mb_2 = [(Px_2 + Px_1) - (Cx_2 + Px_1)]$$

$$Mb_2\% = (Mb_2 / \sum Mb_s) \quad (4.2)$$

Eslabón 3. Distribución (margen bruto)

Para calcular el Mb_3 del eslabón de distribución, se tiene en cuenta la acumulación de los precios de venta equivalentes de los eslabones anteriores y el precio de venta equivalente del mismo eslabón. Esto se compara contra el costo del eslabón de distribución, además del precio de venta equivalente de los eslabones de trillado y agricultura. De otra parte, el $Mb_3\%$ se halla calculando el cociente entre el margen bruto obtenido y la sumatoria de los márgenes de todos los eslabones.

$$Mb_3 = [(Px_3 + Px_2 + Px_1) - (Cx_3 + Px_2 + Px_1)]$$

$$Mb_3\% = (Mb_3 / \sum Mb_s) \quad (4.3)$$

Eslabón 4. Panadería (margen bruto)

Por último, para la medición del Mb_3 del eslabón de panadería se considera la acumulación de los precios de los eslabones anteriores, más el precio de venta equivalente proporcional del mismo eslabón, y se compara contra el costo unitario del eslabón de panadería, más el precio de transferencia de los eslabones de distribución, trillado y agricultura. Por otro lado, el $Mb_3\%$ se obtiene dividiendo el margen bruto obtenido entre en la sumatoria de los márgenes de todos los eslabones.

$$Mb_4 = [(Px_4 + Px_3 + Px_2 + Px_1) - (Cx_4 + Px_3 + Px_2 + Px_1)]$$

$$Mb_4\% = (Mb_4 / \sum Mb_s) \quad (4.4)$$

Como consecuencia, la fórmula integrada de la cadena para hallar el margen bruto promedio absoluto y porcentual de la cadena, Mb_3 y $Mb_3\%$, se calcula desde la siguiente función lineal, la cual se debe dividir por el número de eslabones de la cadena de suministro (Ne); en el caso en el que se requiera hallar el margen bruto agregado, bastará con sumar los márgenes absolutos de los diferentes eslabones.

$$Mb_s = (Mb_1 + Mb_2 + Mb_3 + Mb_4) / Ne$$

$$Mb_s\% = (Mb_1\% + Mb_2\% + Mb_3\% + Mb_4\%) / Ne \quad (4)$$

Para validar las funciones expuestas, se presenta un caso de aplicación en la cadena de suministro, donde se obtiene el precio de venta equivalente, costo equivalente y margen bruto equivalente por

cada eslabón de la cadena de suministro, empezando por el eslabón de agricultura para lograr, al final, el análisis consolidado en la elaboración de un kilogramo de pan; el proceso facilita la medición, el análisis y la gestión de costos que se pueda realizar en la cadena.

A continuación, se presentará un ejemplo con datos verticales por cada eslabón de la cadena de suministros del sector de panificación. Los recursos simulados son los siguientes: en el eslabón 1: agricultura trigo: cantidad de hectáreas sembradas: 5. La cantidad de Kgt (Kilogramos de trigo) promedio que se obtienen de la siembra: 3070 kgt. por cada hectárea, lo cual equivale a $5h \times 3070kgt=15350$ Kgt.

Los costos contabilizados asociados para el total de las hectáreas sembradas en el periodo son: \$10745000, el precio del mercado o valor razonable

de venta es: \$745475 por Kgt. Para calcular el recurso de este eslabón para la elaboración de un Kgp (Kilogramo de pan) se debe calcular primero la cantidad necesaria para producir un 1 Kgh (Kilogramo de harina de trigo), es decir, 1,4 kgt. (Kilogramo de trigo), por lo tanto, para producir un Kgp (Kilogramo de pan) se requiere 0,6 Kgh. Entonces, el cálculo del precio de venta equivalente será: \$745 475 por Kgt *1,4 Kgt *0,6 Kgh (Qst_h) para producir 1 Kgp. Por lo que (Px_1) = \$626,2.

Desde esta perspectiva, el costo contable equivalente para elaborar un Kgp se calcularía así: costo contable para un Kgt $\$700 \times (1,4 Kgt = (Qst1Kgh)) \times (0,6 Kgh = (QstKgp))$, entonces (Cx_1)=\$588. La margen bruta se obtiene al hallar la diferencia entre el precio de venta equivalente ($(Px_1)=\$626,2$), menos los costos unitarios equivalentes ($(Cx_1)= \$588$), que da como resultado (Mb_1)=\$38,2, que es el

Tabla 2. Cálculo del costo unitario equivalente

| $\sum Cx_s$ = Sumatoria del Costo total unitario equivalente x Eslabón para obtener un Kg. de pan | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|
| $\sum Cx_s = \left[\frac{\sum Cx_1}{Kgt} \right] Qst_t \times Qst_h + (\sum Cx_2 / K gh) \times Qst_h + (\sum Cx_3 / K gh) \times Qst_h + (\sum Cx_4 / K gp)$ | | | | | | | |
| Agricultura TRIGO | | Agricultura TRIGO | | Distribución | | Panaderías- puntos de Venta | |
| $Cx_1 = \left[\frac{\sum Cx_1}{Kgt} \right] Qst_t \times Qst_h$ | | $(\sum Cx_2 / K gh) \times Qst_h$ | | $(\sum Cx_3 / K gh) \times Qst_h$ | | $(\sum Cx_4 / K gh)$ | |
| $\sum Cx_1$ | \$10.745.000 | he | 5 | Kgh | 10.964 | Kgh | 10.964 |
| he | 5 | $\frac{Kgt}{he \times Kgt} =$ | $\frac{3.070}{15.350}$ | Bultos x 50 | 219,29 | Bultos x 50 | 219,29 |
| Kgt | 3.070 | Costo trigo x kg comprado PVR | \$ 745,47 | Valor mercado simul. X bulto | \$ 90.496 | Valor mercados Kg | \$ 21.306.659 |
| | | Costo Total del trigo comprado | \$ 11.443.024 | | | | |
| Qst_t | 1,4 | Costos Totales Recursos adicionales | \$ 1.144.302 | Costos Totales Recursos adicionales | \$ 19.844.438 | Costos Totales Recursos adicionales | \$ 8.522.664 |
| | | $\sum Cx_2 / Kg h$ | 10.964 | $\sum Cx_3$ | | $\sum Cx_4$ | |
| Qst_h | 0,6 | Costo Kg h procesada | 104,4 | | \$ 396.889 | Costo proc por Kg h | \$ 777 |
| | | * Qst_h | 0,6 | | | 0,6 | |
| Cx_1 | \$ 588,0 | Cx_2 | \$ 62,62 | Cx_3 | \$ 21,72 | Cx_4 | \$ 466,4 |

Fuente: elaboración propia.

margen bruto equivalente para producir un Kgp. Para el eslabón 2: para el trillado se simula el traslado de la cantidad de kgt sembrados: 5 hectáreas $5\text{he} \times 3070\text{kgt}^*$, que equivalen a $15350 \text{Kgt} \times \745475 por cada Kgt o precio de transferencia, para un costo total de \$11443024 de costo inicial para transformar.

El costo de los recursos adicionales necesarios para procesar cada Kgt de trigo y convertirlo en harina de trigo Kgh se estima en costo unitario $x \text{kgt} \$74,547 \times 15350 = \1144.302 . El costo unitario equivalente resulta de: costo por kgt $\$74,547 \times 1,4 \text{Kgt} \times (0,60 \text{Kgh} (Qst_h)) = (Cx_2) \$62,62$. El resultado de los costos totales al sumar los dos conceptos es: $\$12587326$, de los cuales se estima obtener después del trillado: 10964Kgh de harina de trigo ($15350 \text{Kgt} / 1,4 \text{Kgt}$ estimación actual), lo cual genera un costo por cada kgh de \$ $1148,03$ ($\$12587326 / 10964,28 \text{Kgh}$), luego para el cálculo del precio de venta se simula una utilidad porcentual promedio por Kg de $36,57\%$ para obtener precio al mercado por Kgh, sin IVA, de $\$1810$, ($1148,03 / (1 - 36,57\%)$), por lo que, para darle la equivalencia para producir un Kgp, se multiplica $\times (0,60 \text{Kgh} (Qst_h))$ para obtener el precio acumulado equivalente para $1 \text{Kgp} = \$1086$ menos el costo de traslado del precio equivalente del eslabón anterior proporcional $\$626,20$, para un precio equivalente sin acumulación para el eslabón 2 de $(Px_2) = \$459,8$.

El margen bruto equivalente se obtiene por la diferencia entre $(Px_2) - (Cx_2)$ para el eslabón 3. Para obtener el precio de venta equivalente por distribución para elaborar un Kgp se tiene en cuenta el valor de 1Kgh , es decir, $\$1810$, más el costo de distribución por Kgh, que es $\$36,2$, para un costo total unitario, en este eslabón, de $\$1846,2$ y un porcentaje de utilidad del 5% para $\$1943,37$ por Kgt ($1846,2 / (1 - 5\%)$), que al ser multiplicado por la cantidad necesaria para elaborar 1Kgp , en este caso, $\$1943,37 \times (0,60 \text{Kgh} (Qst_h)) = \$1166,02$, da como resultado el precio de venta acumulado con los otros eslabones, y luego, al restar el precio de venta equivalente de los dos eslabones anteriores, se obtiene el precio equivalente sin acumular del eslabón 3: $(Px_3) = \$80 (\$1166,02 - \$626,2 - \$459,8)$.

De igual forma, el costo unitario equivalente $(Cx_3) = \$21,72$ se obtiene de la siguiente forma: $\$36,2 \times 0,60 \text{Kgh} (Qst_h)$. El margen bruto equivalente se encuentra haciendo la siguiente comparación: $(Px_3) = \$80 - (Cx_3) = \$21,72 = (Mb_3) \$58,3$. Finalmente, para el eslabón 4, panadería, se tiene en cuenta el costo de transferencia por 1Kgh proveniente del eslabón de distribución a un precio de transferencia de $\$1943,37$, el cual se multiplica por $0,60 \text{Kgh} = (Qst_h)$, cantidad requerida para elaborar un kilogramo de pan = \$ 1166 .

Los costos adicionales requeridos para la elaboración de 1Kgp se estiman en $\$466,41$, para un total acumulado de $\$1632,41$ y, asumiendo una utilidad promedio de $45,59\%$, al comprarlo al precio del mercado en la actualidad, este sería de $(Px_5) = \$3000$ por Kgp. El precio de venta equivalente del eslabón 4, de panadería, sería de $(Px_4) = \$1834,2$ y resulta de restar, al precio de transferencia al cliente final (Px_3) , los precios equivalentes acumulados de los eslabones anteriores ($\$3000 - \$626,2 - \$459,8 - \80). El margen bruto equivalente se encuentra realizando la siguiente diferencia: $(Px_4) = \$1834,2 - (Cx_4) = \$466,4 = (Mb_3) \$1367,8$. Al final, se pueden visualizar: $(Px_5) = \$3000$, el precio por Kgp al consumidor; $(Cx_5) = \$1139$, el costo total unitario promedio de los eslabones de la cadena de suministro del sector de panificación; $(Mb_5) = \$1861,5$, el margen bruto unitario promedio, los precios de transferencia por eslabón y datos que, al ser depurados en el sistema de acumulación de costos, pueden generar información para el análisis y la gestión de costos en la cadena, estos hacen parte de la primera línea de indicadores de salida.

La tabla 3 integra, tanto el modelo matemático utilizado, como los valores del ejemplo por cada eslabón de manera horizontal, hasta llegar al cálculo final de la cadena de suministro, con el precio de venta al consumidor: $\$3000$, lo cual facilita el análisis de los diferentes indicadores para el estudio y la gestión de costos.

Para hallar los valores del costo unitario promedio equivalente por cada eslabón se deben recolectar los datos de los involucrados e interesados en colaborar y participar de acuerdo con el número de agricultores, empresas trilladoras, distribuidores,

Tabla 3. Presentación del costo, margen bruto y precio de venta unitario equivalente

| Indicadores horizontales por cadena de suministro equivalente para producir 1 Kg. de Pan | ↓ | Agricultura | ↓ | Trilladora | ↓ | Distribución | ↓ | Panadería | ↓ | Total Acumulado por la cadena |
|--|--------|-------------|--------|------------|--------|--------------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------------|
| $Cx_5 (Cx_1 + Cx_2 + Cx_3 + Cx_4)$ | Cx_1 | \$588 | Cx_2 | \$62,62 | Cx_3 | \$21,72 | Cx_4 | \$466,4 | Cx_5 | \$1.139 |
| $Cx_{1,2,3,4} \%$ | | 51,6% | | 51,5% | | 1,9% | | 41% | | 100% |
| $Mb_1 = [(Px_1 - Cx_1)] \dots$ | Mb_1 | \$38,2 | Mb_2 | \$397,2 | Mb_3 | \$58,3 | Mb_4 | \$1.367,8 | Mb_5 | \$1.861,5 |
| $Mb_2 = [(Px_2 + Px_1) - (Cx_2 + Px_1)] \dots$ | | | | | | | | | | |
| $MB_{1,2,3,4} \%$ | | 2,1% | | 21,3% | | 3,1% | | 73,5% | | 100% |
| $Px_5 = Px_1 + Px_2 + Px_3 + Px_4$ | Px_1 | \$626,2 | Px_2 | \$459,82 | Px_3 | \$80 | Px_4 | \$1.834,2 | Consumidor final Px_5 | \$3.000 |
| $Px_{1,2,3,4} \%$ | | 20,9% | | 15,3% | | 2,7% | | 61,1% | | 100% |

Fuente: elaboración propia.

panaderías y sus datos relacionados. Luego, se calcula la media aritmética para usarla como punto de análisis para cada eslabón.

El eslabón final, comprador “receptor” del producto, el cual no hace parte del costo de la cadena de suministros, sino que corresponde a la adquisición final en el ciclo de producción y venta de un producto que ha acumulado diversos recursos, es quien evalúa el beneficio costo, según la relación calidad-precio, para tomar la decisión de compra y recompra del producto.

Discusión

Para optimizar el análisis de datos y facilitar la gestión en la cadena de suministros es necesario retomar la propuesta de esta investigación que concibe a la cadena como una sola empresa, lo que genera un sistema de información articulado e interconectado que elabora indicadores de costos y rentabilidades verticales y horizontales a todos los niveles, disminuyendo la asimetría de información de las partes interesadas y aumentando la confianza, la cooperación y la capacidad de negociación (Akerlof, 1970; Ayala Espino, 1999; Poteete, 2012).

En el modelo de cadena, dada la separación de unidades de capital, cada eslabón desarrolla su facturación. De esta manera, existe, por naturaleza, un sistema de precios de transferencia que se obtiene por la venta. Enlazado a un sistema de costos

por cadena, se obtendría: utilidad por procesos, por eslabón, utilidad vertical, utilidad horizontal, índices de rentabilidad por sector, índice de rentabilidad por empresa e índice de rentabilidad de la cadena.

El modelo de costeo, como una sola empresa de la cadena productiva, promueve la disminución de la asimetría de información. Sin embargo, los eslabones con mayor capacidad de decisión, como las trilladoras, dificultan los procesos de transparencia por su situación privilegiada (Chen *et al.*, 2022). Otro eslabón importante y complejo en Colombia es el de la agricultura, debido a que tiene graves dificultades por los costos de los fertilizantes y el valor de compra de las trilladoras. Además, los precios de importación, tanto de materias primas agrícolas, como de productos terminados de la cadena productiva, impactan negativamente en la producción interna, teniendo en cuenta que en estos países los agricultores tienen mayores beneficios para el fomento del agro, como subsidios, préstamos, infraestructura, tecnología, apoyo institucional, entre otros.

La falta de cooperación y acoplamiento de las cadenas productivas de los países emergentes llevan a sobrecostos de las materias primas, disminuyen la calidad y afectan la capacidad de algunos procesos de la cadena de suministro del sector de la panificación, impactando en el precio del producto final. Esto hace que sean menos competitivas con

otras cadenas productivas internacionales y con el ingreso de empresas multinacionales. En algún momento, para subsistir, será necesaria la cooperación y, para ello, se requerirán los indicadores de costos y de gestión de la cadena productiva.

Conclusiones

Las cadenas de suministros de los países emergentes se ven afectadas por la competencia internacional y por los tratados comerciales de libre comercio. Como consecuencia, se deben crear estrategias en conjunto que promuevan la estabilidad y la competitividad de todas las partes. Para ello, la cooperación e integración es un elemento clave de la estrategia. Sin embargo, esto requiere transparencia de la información de todos los participantes. El aporte que realiza cada eslabón en capacidad, costos, ingresos, utilidad y rentabilidad es información que se requiere transparentar dentro de la cadena de suministros para facilitar los acuerdos y negociación entre las partes.

Un modelo de cooperación e integración entre las empresas de las cadenas de suministro del sector de la panificación requiere información de costos de cada eslabón de la producción. Esta investigación propone un modelo de costeo colaborativo de la cadena productiva, donde se plantea la cadena de suministro como una sola empresa y donde las empresas que la integran representan un eslabón o proceso productivo. Esto promueve la elaboración de objetivos comunes, donde cada eslabón aporta al crecimiento de la eficiencia y la efectividad de la cadena productiva hasta el cliente final.

En concordancia con esto, se plantea un modelo matemático que permite simular los procesos de cada eslabón, el cálculo de los costos, el ingreso y la utilidad. Además, permite obtener indicadores de costos unitarios y costos de transferencia, entre otros, como si fuera una sola empresa. El modelo es descrito con un ejemplo, basado en un estudio de caso de un grupo de empresas que pertenecen a la cadena productiva. La información revela claridad sobre el aporte de cada eslabón al proceso productivo. No obstante, hay eslabones a los que no les interesa revelar información básica, por lo que sus

valores tuvieron que ser simulados. Sin embargo, el modelo tiene capacidad analítica para ser adecuado y utilizado por los gremios que pertenecen a esta cadena productiva. El alcance del modelo, dado que es un estudio de caso, no aplica para otras cadenas productivas distintas al contexto de la investigación.

El presente estudio pretende motivar indagaciones acerca de los costos de otras cadenas de suministro, algo que puede facilitar el análisis de costos o su gestión con una perspectiva que busque optimizar y que implique un manejo responsable de los recursos invertidos, lo que puede contribuir de cierta forma a la sostenibilidad de los involucrados y de su entorno.

Referencias

- Akerlof, G. A. (1970). The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488-500. <https://bit.ly/3VadBWh>
- Aranda-Pinilla, J. A. y Orjuela-Castro, J. A. (2015). Optimización multiobjetivo en la gestión de cadenas de suministro de biocombustibles. *Ingeniería*, 20(1), 21-47. <https://bit.ly/3CoyPHz>
- Ayala Espino, J. (1999). *Instituciones y economía. Una introducción al neoinstitucionalismo económico*. Fondo de Cultura Económica. <https://bit.ly/3RQJvUS>
- Bada Carbajal, L. M., Rivas Tovar, L. A. y Littlewood Zimmerman, H. F. (2017). Modelo de asociatividad en la cadena productiva en las Mipymes agroindustriales. *Contaduría y Administración*, 62(4), 1100-1117. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.06.006>
- Bigliardi, B., Filippelli, S., Petroni, A., y Tagliente, L. (2022). The digitalization of supply chain: a review. *Procedia Computer Science*, 200, 1806-1815. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.381>
- Brickley, J. A., Smith, C. W. y Zimmerman, J. L. (2005). *Economía empresarial y arquitectura de la organización*. McGraw Hill. <https://bit.ly/3CEyW2W>
- Cambra Fierro, J., y Polo Redondo, Y. (2012). El tamaño empresarial y la importancia del suministro como condicionantes en la generación de relaciones a largo plazo con empresas proveedoras. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, 16(1), 7-28. [https://doi.org/10.1016/S1138-1442\(14\)60007-3](https://doi.org/10.1016/S1138-1442(14)60007-3)
- Cano, P., Carrasco, F. O., Martínez, J. L., Mayett, Y. y López, G. (2015). Logistics management model for

- small and medium sized enterprises in Mexico. *Contaduría y Administración*, 60(1), 181-203. <https://bit.ly/3S0Tjff>
- Chand, P., Thakkar, J. J. y Kanti, K. G. (2020). Analysis of supply chain performance metrics for Indian mining & earthmoving equipment manufacturing companies using hybrid MCDM model. *Resources Policy*, 68, 3-20. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101742>
- Chen, P., Liu, X., Zhou, P. y Zhu, S. X. (2022). The interplay between strategic inventories and cost misreporting in supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 163, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102737>
- Chiarello, M., Pires, J. C., Lorin, H. E. F. y Damaceno, F. M. (2021). Composting organic waste from the broiler production chain: A perspective for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 329, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129717>
- Confecámaras. (2022). *307.679 nuevas empresas se crearon en el país durante 2021, un aumento del 10,6 % con respecto a 2020*. Red de Cámaras de Comercio. <https://bit.ly/3eb1Ka0>
- Dávila Vélez, J. G. y Ramírez Otero, L. F. (2012). Modelo matemático para la optimización de una cadena de suministro global con consideraciones de cupos de compra y periodos de pago. *El Hombre y la Máquina*, 38, 6-21. <https://bit.ly/3Me6pEF>
- Doroni, G. (2019). Environmental liabilities: a problem inter-intra generational. *Prometeica-Revista de Filosofía y Ciencias*, 18, 47-58. doi:10.24316/prometeica.v0i18.254
- Duque-Roldán, M. I., Osorio-Agudelo, J. A. y Agudelo-Hernández, D. M. (2011). Costos estándar y su aplicación en el sector manufacturero colombiano. *Cuadernos de Contabilidad*, 12(31), 521-545. <https://bit.ly/3T7TXsk>
- Fullana, C., y Paredes, J. L. (2008). *Manual de contabilidad de costes*. Delta Publicaciones. <https://bit.ly/3Eu2Bxe>
- Geiger, D. R., y Ittner, C. D. (1996). The influence of funding source and legislative requirements on government cost accounting practices. *Accounting Organizations and Society*, 21(6), 549-567. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(96\)00008-6](https://doi.org/10.1016/0361-3682(96)00008-6)
- González, C. A., Martínez, J. L., Malcon, C. y Cavazos, J. (2013). Metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 6(5), 121-129. <https://bit.ly/3CHyppa>
- Gutiérrez, G. A. (2012). Un acercamiento a la Teoría de los Juegos. *Científica*, 1(1), época 2, 7-26. <https://bit.ly/3rB-GtcB>
- Hamlen, S. S., Hamlen, W. A. y Tschirhart, J. T. (1977). The Use of Core Theory in Evaluating Joint Cost Allocation Schemes. *The Accounting Review*, 52(3), 616-627. <https://bit.ly/3ee5pDM>
- Heckmann, P., Shorten, D. y Engel, H. (2003). *Supply Chain Management at 21 The Hard Road to Adulthood*. <https://bit.ly/3fTUwaL>
- INFORMA y Sectorial. (2020). *Informe sector industria panicadora*.
- Kaneberg, E., Jensen, L-M. y Hertz, S. (2021). Managing network responsiveness in emergency preparedness supply chains for safety and security in developed nations. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(34), 453-477. <https://doi.org/10.21830/19006586.735>
- Kaplan, R. S. y Norton, D. P. (2001). *Cómo utilizar el cuadro de mando integral. Para implantar y gestionar su estrategia*. Gestión 2000. <https://bit.ly/3CioirW>
- Lee, H. L. (2004). The Triple-A Supply Chain. *Harvard Business Review*, 80(96), 2-14. <https://bit.ly/3CIC79V>
- Linares, M. C. y Suárez, Y. M. (2017). Los costos ambientales: un análisis de la producción científica en el periodo 1977-2016 y una revisión de herramientas y teorías subyacentes. *Criterio Libre*, 15(27), 89-114. <https://bit.ly/3Vo4CB4>
- Lindsey Hall, K. K., Qi, J. (Miracle), Richey Jr., R. G. y Patil, R. K. (2022). Collaboration, feedback, and performance: Supply chain insights from service-dominant logic. *Journal of Business Research*, 146, 385-397. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.055>
- Li, W., Sun, H., Dong, H., Gan, Y. y Koh, L. (2022). Outsourcing decision-making in global remanufacturing supply chains: The impact of tax and tariff regulations. *European Journal of Operational Research*, 304(3), 997-1010. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.05.016>
- Löfgren, K-G., Persson, T. y Weibull, J. W. (2002). Markets with asymmetric information: The Contributions of George Akerlof, Michael Spence and Joseph Stiglitz. *The Scandinavian Journal of Economics*, 104(2), 195-211. <https://bit.ly/3yqeiks>
- López Joy, T., Acevedo Urquiaga, A. y Sablon Cossio, N. (2014). *Procedimiento para el desarrollo de cadenas de suministro. Aplicación en cadenas agroalimentarias cubanas*. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. <https://bit.ly/3rEzwhI>
- Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 20, 165-193. <https://bit.ly/3SOAdtM>

- Correa-Mejía, D. A., Martínez-Molina, L. Y., Ruiz-Criollo, M. C. y Yepes-Montoya, M. A. (2018). Cost indicators: A tool to manage value creation in Colombian industrial companies. *Estudios Gerenciales*, 34(147), 190-199. <https://bit.ly/3CCRZcT>
- Montes, F. (2016). El cluster de macrosnack como estrategia de fortalecimiento y desarrollo de las PYME en el Valle del Cauca (Colombia). [Trabajo de Grado, Universidad de Barcelona]. <https://bit.ly/3SOaL7F>
- Muñoz-Pinzón, D. S., Polo-Roa, A., Sierra-Mantilla, E. J. y Rueda-Uribe, D. F. (2020). Modelación matemática en estudio de agro-cadenas: una revisión de literatura. *Revista Politécnica*, 16(31), 110-137. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a9>
- Nalebuff, B., y Brandenburger, A. (1996). *Coopetividad*. Rocco.
- Orjuela-Castro, J. A., Suárez-Camelo, N. y Chinchilla-Ospina, Y. I. (2017). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura. *Cuadernos de Contabilidad*, 17(44), 377-420. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cc17-44.clmc>
- Peng, Y., Wang, W., Li, S. y Veglianti, E. (2022). Competition and cooperation in the dual-channel green supply chain with customer satisfaction. *Economic Analysis and Policy*, 76, 95-113. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.08.001>
- Porporato, M. (2015). Contabilidad de gestión para controlar o coordinar en entornos turbulentos: su impacto en el desempeño organizacional. *Contaduría y Administración*, 60(3), 511-534. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.02.002>
- Porter, M. E. (2002). *Ventaja competitiva*. Alay ediciones. <https://bit.ly/3RLcTMj>
- Porter, M. E. (2009). *Ser competitivo. Edición actualizada y aumentada*. Ediciones Deusto. <https://bit.ly/3yNQNIR>
- Poteete, A. R., Janssen M. A. y Ostrom E. (2012). *Trabajar juntos. Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. Universidad Autónoma de México. <https://bit.ly/3SOFEZV>
- Rincón, A. y Vergara, A. (2013). *La metodología de los costos híbridos como fuente en el diseño de los indicadores de costos y gestión: Perspectiva de aplicación micro, pequeñas, medianas y grandes empresas*. Libre Empresa, 10(2), 99-120. <https://bit.ly/3RI5fCh>
- Rincón Soto, C. A. (2011). Indicadores de costos. *Libre Empresa*, 8(1), 109-141. <https://bit.ly/3Eq2O4e>
- Rincón-Soto, C. A., Sánchez-Mayorga, X. y Cardona-Res-trepo, L. M. (2019). Clasificación teórica de los costos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 87, 193-206. <https://doi.org/10.21158/01208160.n87.2019.2448>
- Rosenthal, E. C. (2008). A game-theoretic approach to transfer pricing in a vertically integrated supply chain. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 542-552. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.05.018>
- Roslender, R. y Hart, S. J. (2002). Integrating management accounting and marketing in the pursuit of competitive advantage: The case for strategic management accounting. *Critical Perspectives on Accounting*, 13(2), 255-277. <https://doi.org/10.1006/cpac.2001.0477>
- Russi, D., y Martínez-Alier, J. (2003). Los pasivos ambientales. *ICONOS*, 15, 123-131. doi: <https://doi.org/10.17141/iconos.15.2003.1282>
- Sánchez-Galván, F., Bautista-Santos, H., Martínez-Flores, J. L., Ireta-Paredes, A. del R. y Sánchez-Partida, D. (2020). Cadena de suministro de productos agrícolas de traspatio. *Agro Productividad*, 13(8), 39-46. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1705>
- Sinisterra Valencia, G. y Rincón Soto, C. A. (2017). *Contabilidad de costos con aproximaciones a las normas internacionales* (McGraw Hill, Ed.). ECOE ediciones. <https://bit.ly/3ef55oe>
- Trejos Téllez, B. I., Ríos Carmenado, I. de los, Figueroa Sandoval, B., Gallego Moreno, J. J. y Morales Flores, F. J. (2011). Análisis de la cadena de valor del queso manchego en Cuenca, España. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(4), 545-557. <https://bit.ly/3VaQStg>
- Vargas Sánchez, G. y Rodríguez Peralta, C. M. (2016). Oligopolio y estrategias de competencia en el mercado de minoristas en México. *Economía Informa*, 400, 3-23. <https://bit.ly/3yIV8fj>
- Vergara Mesa, G. A., Ramírez Reyes, J. C., Santana Naranjo, S. y Carranza Jiménez, J. T. (2017). Una estrategia de autosostenibilidad de bajo costo para pasar de la economía informal a la economía formal. El caso de la Comuna 10 de Cali, Colombia. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 201. <https://doi.org/10.21830/19006586.87>
- Villa Marulanda, M. y Torres Delgado, J. F. (2012). Análisis de teoría de juegos en cadenas de suministros de dos niveles, productor-comprador, bajo esquema vendor managed inventory (VMI). *ITECKNE*, 9(1), 67-82. <https://bit.ly/3rDtTtp>
- Woo, D. y Suresh, N. C. (2022). Voluntary agreements for sustainability, resource efficiency & firm performance under the supply chain cooperation policy in South Korea. *International Journal of Production Economics*, 252, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108563>

