

ARTÍCULO ORIGINAL
ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y LA PRODUCCIÓN

Mapas de flujos de valor: una herramienta integral para la optimización de cadenas de valor agroindustriales azucareras

Value stream mapping: a comprehensive tool for optimizing sugar agro-industrial value chains

Yasniel Sánchez Suárez^{1, 2, *} <https://orcid.org/0000-0003-1095-1865>

Darian Samá Muñoz^{2, 3} <https://orcid.org/0000-0002-7380-6115>

Daniel Calzadilla Adan³ <https://orcid.org/0009-0009-0981-459X>

Arialys Hernández Nariño^{2, 4} <https://orcid.org/0000-0002-0180-4866>

Gianny David Quesada Martínez⁵ <https://orcid.org/0000-0002-7702-5236>

¹ Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba

² Centro de Estudios Futuro, Proyecto de Desarrollo Local RUTA FUTURO, Matanzas, Cuba

³ Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas, Cuba

⁵ Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para la correspondencia: yasnielsanchez9707@gmail.com

RESUMEN

La optimización de las cadenas de valor agroindustriales azucareras, caracterizadas por su complejidad e ineficiencias, requiere herramientas integrales como los mapas de flujo de valor. El objetivo es implementar los mapas de flujos de valor para la modelación de la cadena agroindustrial azucarera de la empresa agroindustrial azucarera Boris Luis Santa Coloma. Se aplicó una metodología cuantitativa en tres etapas: selección de un equipo gestor, modelación con mapas de flujo de valor, e identificación de mejoras mediante eventos Kaizen. El mapa inicial reveló un tiempo total de ciclo de 4969 horas y tiempos de espera de 35 horas. Tras la implementación de mejoras, se lograron reducciones significativas, como un 19,1 % en el tiempo de ciclo industrial. La aplicación de los mapas de flujo de valor demostró ser una herramienta efectiva para visualizar y optimizar la cadena, y genera impactos positivos en la eficiencia operativa.

Palabras clave: cadenas de valor; cadenas de suministro; agroindustria azucarera; lean manufacturing; mapas de flujo de valor.

ABSTRACT

The optimization of sugar agro-industrial value chains, characterized by their complexity and inefficiencies, requires comprehensive tools such as value stream mapping. The objective is to implement value stream mapping to model the sugar agro-industrial chain of the Boris Luis Santa Coloma agro-

industrial company. A quantitative methodology was applied in three stages: selection of a management team, modeling using value stream maps, and identification of improvements through Kaizen events. The initial map revealed a total cycle time of 4969 hours and waiting times of 35 hours. After implementing improvements, significant reductions were achieved, such as a 19,1 % reduction in industrial cycle time. The application of value stream mapping proved to be an effective tool for visualizing and optimizing the chain, generating positive impacts on operational efficiency.

Keywords: value chains; supply chains; sugar agroindustry; lean manufacturing; value stream mapping.

Recibido: 26/10/25

Aprobado: 16/11/25

Introducción

La optimización de recursos materiales e intelectuales se considera un proceso natural en el desarrollo humano, que está ligado a la logística. Esta tiene la finalidad de organizar, arreglar y utilizar insumos o herramientas que se emplean con base al ordenamiento, mejora y/o distribución de determinados procesos en las organizaciones [1], vista a su vez como una nueva forma de enfocar la gerencia empresarial, que mejora la calidad y se considera una herramienta que confiere además, ventaja competitiva [2, 3].

La organización del sistema logístico es el puente de unión entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia. Además, encamina todos los esfuerzos para cumplir con los requerimientos del cliente. Su gestión a evolucionado hacia la integración, en función de optimizar la logística empresarial[4]. Pérez Marroquín[5] desde una perspectiva basada en maximizar la eficiencia reconoce la complejidad y la necesidad de un enfoque holístico en la gestión logística donde la sincronización de procesos de mercadeo, ventas, compras, finanzas y producción constituyen el primer paso para la consolidación de redes logísticas.

Con la madurez de las redes logísticas a principio de la década de 1980 surge un nuevo enfoque de gestión: las cadenas de suministro (*supply chain*) [6], enfoque que constituye el proceso de planificar, ejecutar y controlar los flujos de materiales, económicos - financieros, de información, de conocimiento y de retorno [7] desde el punto de origen (proveedores) al punto de consumo con el fin de satisfacer las necesidades del cliente. Entre sus retos principales se encuentran [1]: evitar el desabastecimiento de bienes de primera necesidad, evolucionar sobre la marcha con las nuevas tecnologías, la gestión de residuos en los procesos, a partir de la gestión de riesgos, la formación de nuevos profesionales competentes y el enfoque a la eficacia.

Las cadenas de suministro en ocasiones se confunden con las cadenas de valor, pero su conceptualización es diferente [8], mientras que las cadenas de suministro se enfocan en garantizar y mantener un nivel de servicio pactado con el cliente, las cadenas de valor se enfocan en generar valor al producto o servicio a entregar. La cadena de valor está conformada por el conjunto de

actividades, que incorporan valor al producto final y van desde la mera concepción del mismo, y pasa por su producción, distribución y comercialización, hasta la recogida o reciclado después del uso, que genera ventaja competitiva mediante la identificación continua de oportunidades de mejora [9]. Antúnez Saiz y Ferrer Castañedo [10] resumen que incluye todas las actividades que influyen en la creación del valor y que en muchos casos, sin crearlo, condicionan su calidad superior.

La relación entre valor producido y valor percibido constituye la esencia de la dinámica competitiva y confiere a la cadena de valor una gran utilidad para el análisis estratégico, algo similar a lo abordado en las cadenas de suministro con el servicio al cliente. La tabla 1 muestran las principales diferencias entre las cadenas de suministro y las cadenas de valor.

Tabla 1 - Diferencias conceptuales entre las cadenas de suministro y las cadenas de valor.

| Aspectos | Cadenas de Suministro | Cadenas de Valor |
|--------------------------------|---|--|
| Enfoque de gestión | Cliente | Valor |
| Objetivo | Mantener un nivel de servicio (NS) fijado al cliente. | Generar valor (identificar oportunidades de mejora en C1, C2, C3, C4). |
| Eslabones principales | <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores • Producción • Distribución • Clientes | <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de valor de los proveedores • Cadena de valor de otras unidades del negocio • Cadena de valor de los canales de distribución • Cadena de valor de los clientes |
| Alcance del proceso de gestión | Inicio: Identificación de eslabones y mapeo de la cadena de suministro. Fin: Evaluar la satisfacción del cliente (NS). | Inicio: Identificación de oportunidades de mejora por eslabones de la cadena de valor. Fin: Evaluar el nivel de valor agregado en la la cadena de valor. |

Como principal semejanza se tienen que ambas engloban los subsistemas logísticos que son base en la gestión, la logística empresarial y cadena interna de suministro, desde su interconexión con otros sistemas logísticos, y ambas se basan en la potenciación de los encadenamientos, por lo que se puede decir que una cadena de valor preexiste en una cadena de suministro.

Las cadenas de valor agroindustriales azucareras se distinguen por su complejidad estructural, la multiplicidad de actores involucrados (productores, procesadores, distribuidores y consumidores) y la necesidad de coordinación eficiente para maximizar la generación de valor agregado. Estas cadenas requieren la integración de actividades desde la provisión de materia prima hasta la transformación y comercialización, donde la eficiencia en la gestión de flujos de producto, información y recursos financieros es fundamental para su desempeño competitivo [11]. La sostenibilidad emerge como un eje central, evaluada a través de dimensiones económicas, sociales, ambientales y de recursos, lo que exige modelos de evaluación multicriterio y estrategias de mejora continua, como la optimización de procesos, la implementación tecnológica y el fortalecimiento institucional [12].

En este contexto, la gestión de riesgos y la adaptabilidad a fluctuaciones del mercado son esenciales para mantener la resiliencia y la rentabilidad, lo requiere la identificación y mitigación de agentes de riesgo a lo largo de la cadena [13]. Finalmente, la generación de valor añadido y la distribución

equitativa de beneficios entre los actores son retos persistentes, donde la innovación, la inversión en tecnología y la colaboración entre los eslabones de la cadena resultan determinantes para la sostenibilidad y competitividad del sector [14, 15].

La utilización de mapas de flujo de valor (VSM) en la modelación de cadenas de valor agroindustriales azucareras permite visualizar de manera integral los procesos productivos, identificar e ineficiencias, desperdicios y cuellos de botella, así como oportunidades de mejora en sostenibilidad y competitividad [16]. Estos mapas, que representan gráficamente el recorrido de materiales e información desde el origen hasta el producto final, han sido empleados para integrar herramientas como el análisis de ciclo de vida, la simulación y la gestión *Lean*, lo que facilita la identificación de puntos críticos y la priorización de intervenciones en la cadena [17]. Su aplicación ha demostrado ser clave para optimizar procesos, reducir pérdidas, mejorar la toma de decisiones y avanzar hacia cadenas más sostenibles y resilientes [18].

Un análisis de diferentes estudios que implementan los VSM para la modelación de la cadena de valor agroindustrial azucarera [7, 16, 17, 19], permite resumir que persisten brechas relevantes: la falta de estudios que combinen de manera integral diferentes metodologías, la escasa adaptación de los mapas a contextos específicos, la tendencia a abordar solo los efectos y no las causas raíz, las limitaciones de los mapas tradicionales por su naturaleza estática y la dificultad para modelar comportamientos dinámicos complejos.

En consecuencia, se plantea como objetivo de la investigación implementar los VSM para la modelación de la cadena agroindustrial azucarera de la empresa agroindustrial azucarera Boris Luis Santa Coloma.

Métodos

El estudio se enmarcó en una metodología de investigación cuantitativa con un enfoque descriptivo [20] aplicada a un caso de estudio específico: la empresa agroindustrial azucarera Boris Luis Santa Coloma, en la provincia de Mayabeque, Cuba. La figura 1 muestra el procedimiento propuesto en la investigación.

Objetivo del procedimiento: Establecer una metodología sistemática para visualizar, analizar y modelar de forma integral todos los flujos y procesos de la cadena de valor azucarera, con el fin de identificar desperdicios y oportunidades de mejora.

MAPAS DE FLUJOS DE VALOR: UNA HERRAMIENTA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CADENAS DE VALOR AGROINDUSTRIALES AZUCARERAS

| | | |
|--------------------|--|--|
| Eslabón industrial | Recepción – molienda – clarificación – evaporación – cristalización – centrifugación – secado – envasado | <ul style="list-style-type: none">• Capacidad del proceso por etapa• Tiempo de ciclo operativo• Inventarios intermedios• Trasa de extracción y eficiencia |
| Eslabón comercial | Almacenamiento – distribución -clientes | <ul style="list-style-type: none">• Tiempos de entrega• Niveles de stock• Tasa de cumplimiento de pedidos |

Paso 2.2. Mapeo de la cadena de valor actual y análisis de grupos de interés

Para mapear la cadena de valor se tienen en cuenta los preceptos definidos por Hernandez Nariño y otros [7]. Se realizó un análisis de los principales actores y su relación a partir de su clasificación en cuanto a: (1) proveedores, (2) productores, (3) distribuidores, (4) comercializadores y (5) clientes. Se propone la implementación de una técnica de selección de proveedores que optimice la gestión operativa de los sistemas de producción y fortalezca la gestión de relaciones con los clientes [22].

Paso 2.3. Construcción de los mapas de flujo de valor actual

Para la construcción del VSM actual se utilizó el software *Microsoft Visio* y se parte de la integración de la información obtenida del mapeo. Para la confección se utilizó el procedimiento propuesto por Sánchez Suárez y otros [17].

Paso 2.4. Identificación de oportunidades de mejora

Para identificar oportunidades de mejora, se utilizó un enfoque basado en *Kaizen bursts* (eventos *Kaizen*), que permiten priorizar problemas según su gravedad y urgencia. Mediante sesiones de *brainstorming*, se generaron soluciones potenciales mediante la consideración de tres ejes clave: estudios de mercado para analizar el entorno y las tendencias del sector, innovación y optimización del sistema de producción e inversión estratégica en desarrollo. Cada propuesta de mejora fue evaluada en función de tres interrogantes fundamentales:

1. ¿Cómo hacer los procesos más eficientes y fluidos?
2. ¿De qué manera pueden los actores colaborar para optimizar la producción y la distribución?
3. ¿Cómo garantizar que los recursos se utilicen de forma estratégica para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sistema?

Paso 2.5. Construcción del mapa de flujo de valor futuro

El VSM futuro no solo pretende visualizar un modelo mejorado, sino también transformar la estructura del sistema de producción para hacerlo más eficiente, sostenible y competitivo. No basta con realizar ajustes superficiales; implica repensar la forma en que se integran los procesos, los actores y los recursos, lo que garantiza que cada mejora introducida tenga un impacto real en el desempeño de la cadena de valor.

Etapa 3. Monitoreo continuo de los resultados

Se realizaron valoraciones cuantitativas a partir del índice de eficiencia por eslabón [17] que relaciona los tiempos actuales en cada una de las actividades

y el valor futuro proyectado a partir de las acciones correctiva. En las acciones correctivas que tienen una influencia directa en la reducción de tiempos, se tomaron en cuenta los criterios del equipo de gestión y los miembros del consejo de dirección del grupo AZCUBA. Estos análisis se complementaron con valoraciones cualitativas de los beneficios económicos, sociales y ambientales para el sector.

Resultados

De la aplicación de la metodología planteada se obtienen los siguientes resultados:

Etapa 1. Selección del equipo de gestión de la cadena de valor

El equipo de gestión de la cadena de valor estuvo compuesto por nueve expertos todos con un nivel de competencia entre 0,89 y 0,97. De ellos, cuatro son del grupo empresarial AZCUBA, tres son de la empresa agroindustrial azucarera Boris Luis Santa Coloma y dos son investigadores y académicos (uno de la Universidad de Matanzas y otro de la Universidad Agraria de la Habana).

Etapa 2. Modelación mediante mapas de flujos de valor

Paso 2.1. Recopilación de datos primarios en los distintos eslabones de la cadena

La tabla 3 muestra la recopilación de los datos primarios de los eslabones de la cadena de valor agroindustrial azucarera del Boris Luis Santa Coloma. La figura 2 muestra el mapa de riesgos.

Tabla 3 - Recopilación de los datos primarios de los eslabones.

| Eslabón | Cantidad de actividades | Duración (Tiempo) | Tipo de recurso |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|---|
| Producción primaria | 8 | 12 – 24 meses | Recursos materiales Recursos Humanos |
| Distribuidor 1 (TRANSMEC) | 5 | 24 – 72 horas | Recursos materiales Recursos Humanos |
| Producción industrial | 10 | 24 – 72 horas | Recursos materiales Recursos Humanos |
| Distribuidor 2 (ENCARGA) | 5 | 2 – 4 horas | Recursos materiales Recursos Humanos |



Fig. 2 – Mapa de riesgos de la cadena de valor azucarera.

Paso 2.2. Mapeo de la cadena de valor actual y análisis de grupos de interés

La tabla 4 muestra la matriz de relación de los grupos de interés principales de la empresa agroindustrial azucarera Boris Luis Santa Coloma. Una vez definidos los eslabones de la cadena de valor, los actores involucrados y la interacción entre los diferentes componentes del sistema, se mapeó la cadena de valor actual donde se representan los flujos de materiales, financiero e información (ver figura 3). La cadena se presentó a expertos, donde el 100 % aprobó la cadena de valor propuesta al afirmar que describe su funcionamiento real actual.

Tabla 4 - Matriz de relaciones entre grupos de interés.

| Grupos de interés | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. Director general | - | x | x | 0 | x | 0 |
| 2. Director de compensación de caña | x | - | x | 0 | 0 | 0 |
| 1. Jefe de brigada del centro de acopio | x | x | - | x | 0 | 0 |
| 2. Administrador del Central | 0 | 0 | x | - | 0 | 0 |
| 3. Departamento comercial | x | 0 | 0 | 0 | - | x |
| 4. TECNOAZUCAR | 0 | 0 | 0 | 0 | x | - |

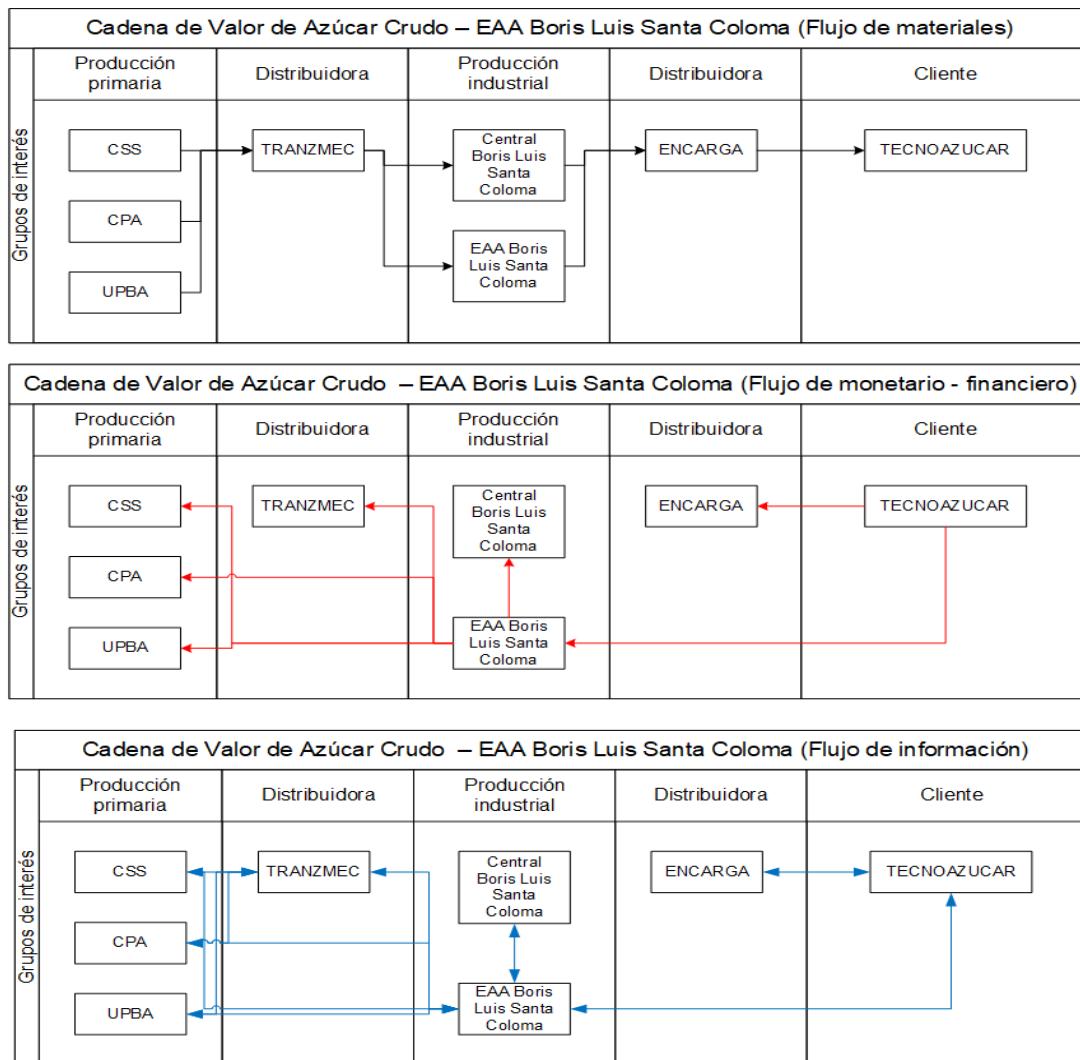


Fig. 3 – Mapa de la cadena de valor actual.

Paso 2.3. Cosntrucción de los mapas de flujo de valor actual

Se construyó el VSM actual donde se identificaron como principales problemas: incumplimiento con los planes de producción por bajos rendimientos de cultivos, deficientes sistemas de control de plagas, deficiencias en la planificación de las demandas de producción, movimientos innecesarios por deficiente organización y optimización de rutas, movimientos internos innecesarios en el central de operarios, aumento de los reprocesos por deficientes sistemas de control de la calidad, aumento de las colas en la recepción de caña en el central e incumplimiento en los pagos. De la modelación se obtuvieron tiempos totales de ciclo de 4969 horas y tiempos totales de espera de 35 horas.

Paso 2.4. Identificación de oportunidades de mejora

Se desarrolló una sesión de trabajo con el 100 % de los expertos donde se presentaron las condiciones actuales de la cadena de valor, así como las modelaciones actuales y las deficiencias detectadas durante su implementación para de conjunto proponer oportunidades de mejoras, entre las principales se encuentran:

- El uso de transporte privado para el traslado de caña de azúcar en apoyo al transporte estatal.

MAPAS DE FLUJOS DE VALOR: UNA HERRAMIENTA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CADENAS DE VALOR AGROINDUSTRIALES AZUCARERAS

- La creación de un centro de acopio que agilice los procesos de recepción y pesaje antes del procesamiento en fábrica.
- Definir un modelo de planificación colaborativa de la demanda que permita ajustar los niveles de inventarios en la fábrica.
- Implementar un sistema de planificación de relaciones con los clientes enfocado principalmente a optimizar los procesos de contratación.
- La implementación de un sistema de gestión de pagos centrado en el cliente con la implementación de pagos electrónicos.
- Realizar un estudio de la capacidad en la fábrica con el objetivo de disminuir las colas provocadas por cuellos de botella.

Paso 2.5. Construcción del mapa de flujo de valor futuro

A partir de las oportunidades de mejoras se confeccionó un plan de acción que se implementó durante el período de julio de 2024 a julio de 2025, con dos mediciones una primera en enero de 2025 y la segunda en julio de 2025, con esta última se modeló el mapa de flujo de valor futuro (figura 4).

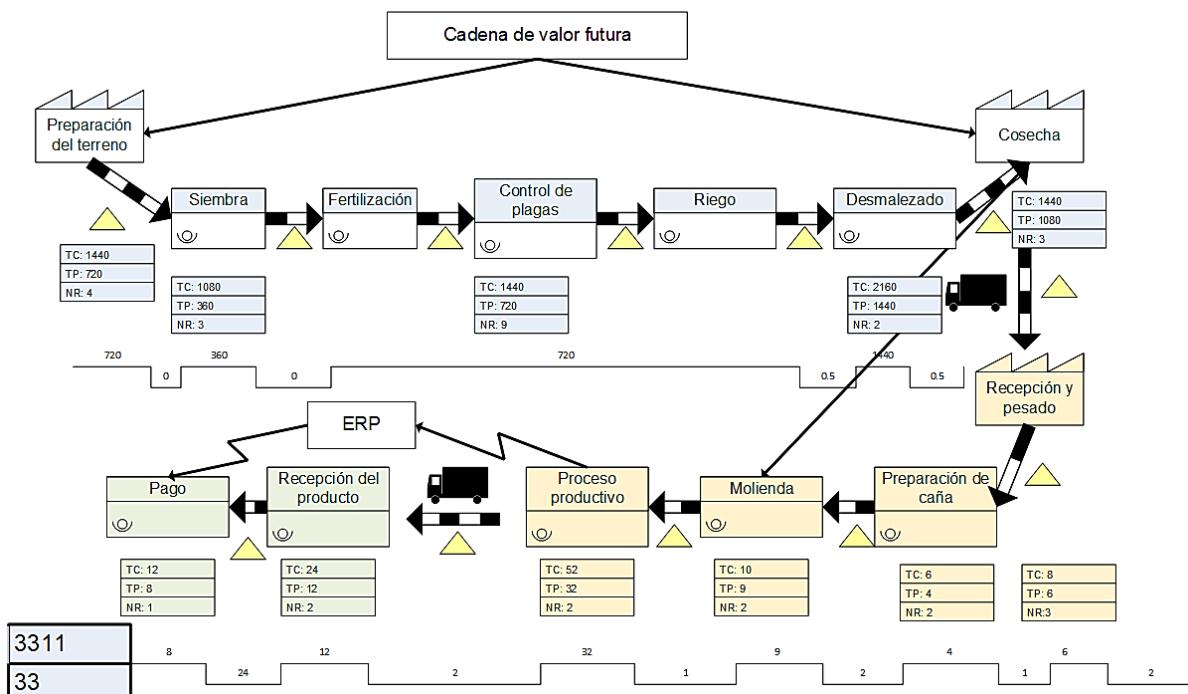


Fig. 4 – Mapa de flujo de valor futuro.

Etapa 3. Monitoreo continuo de los resultados

La tabla 4 muestra el análisis de impactos y su evolución en los dos períodos de medición.

Tabla 4 – Medición del impacto de las soluciones de mejoras implementadas.

| Eslabón | IEa (Enero 2025) | | IEa (Julio 2025) | | Evolución | |
|---------------------------|------------------|--------|------------------|--------|-----------|-------|
| | TTC | TE | TTC | TE | TTC | TE |
| Producción primaria | 28,4 % | 35 % | 31,6 % | 50 % | 3,2 % | 15 % |
| Distribuidor 1 (TRANSMEC) | 40 % | - | 50 % | - | 10 % | - |
| Producción industrial | 35 % | 28,5 % | 19,1 % | 33,3 % | -15,9 % | 4,8 % |
| Distribuidor 2 (ENCARGA) | 0 % | - | 0 % | - | 0 % | - |
| Cliente | 26 % | 0 % | 28,6 % | 0 % | 2,6 % | 0 % |

Dónde: TTC (Tiempo total de ciclo) y TE (Tiempo de espera).

La aplicación del procedimiento permitió identificar y eliminar actividades que no agregan valor (desperdicios), todo ello deviene en impactos en el orden económico, social y ambiental.

Impacto económico

- La optimización de las rutas de transporte influye en la distancia recorrida y reduce el consumo de combustible. La reducción del tiempo de traslado inter-eslabón de 2 a 1 hora representa un ahorro sustancial en costos logísticos.
- La reducción del 19,1 % en el tiempo de ciclo y del 33,3 % en los tiempos de espera implica una mayor disponibilidad de la maquinaria, un uso más eficiente de la energía (vapor, electricidad) y una reducción en el costo por tonelada de azúcar producida.
- La clarificación de roles mediante la matriz de asignación de responsabilidades evita la duplicidad de funciones y el tiempo perdido en coordinaciones ineficientes. El personal es asignado a actividades de valor, lo que aumenta la productividad aparente del trabajo.
- Aumenta el volumen y la calidad de la producción de azúcar y sus derivados, y crea excedentes exportables o destinados a la industria nacional, lo que reduce la necesidad de importar azúcar o productos terminados que podrían elaborarse localmente.

Impacto social

- Fortalecimiento de capacidades locales mediante capacitación, lo que eleva las competencias técnicas y gerenciales de profesionales y técnicos en herramientas modernas de gestión, lo que fomenta la innovación local.
- Empodera a los actores al darles las herramientas para analizar y mejorar sus propios procesos.
- Contribuye a que agricultores y cooperativas se integran de manera más justa y eficiente en la cadena. La posibilidad de utilizar su propio transporte y la agilización de los procesos de recepción y pago mejoran sus ingresos y estabilidad económica.
- Fomenta el desarrollo local al fortalecer los eslabones primarios y logísticos locales, la innovación retiene mayor valor dentro del territorio de Mayabeque, lo que genera empleos indirectos y dinamiza la economía provincial.
- Contribuye a la seguridad alimentaria al garantizar la producción estable de alimentos que fortalece la soberanía nacional al reducir la dependencia de importaciones de azúcar u otros productos que pueden ser sustituidos por derivados de la caña.
- Contribuye a la preservación del patrimonio cultural y productivo azucarero del territorio que es fuente de identidad y orgullo de comunidades azucareras.

Impacto ambiental

- La optimización de las rutas de transporte, la planificación eficiente de cargas y la reducción de los tiempos de viaje y espera de los camiones conducen a una disminución directa en las emisiones de gases de efecto

- invernadero, contribuyendo a los compromisos nacionales e internacionales de Cuba en materia de mitigación del cambio climático.
- La reducción de paradas y cuellos de botella en el proceso industrial conlleva un consumo más estable y eficiente de vapor y electricidad, disminuyendo la huella de carbono de la producción.
 - Contribución a la economía circular mediante aprovechamiento de subproductos como el bagazo el cual puede ser utilizado eficientemente como combustible para la generación de energía renovable (biomasa), lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles.
 - Integración y colaboración entre actores para el procesamiento de la cachaza como abono orgánico, lo que cierra el ciclo de nutrientes y retornándolos al campo de caña, y así incidir en la reducción de desperdicios y optimización del uso de recursos para promover modelos de negocio circulares y significativamente más sostenible.
 - Contribución a prácticas agrícolas más eficientes y monitorizadas derivadas de una mejor gestión de la cadena contribuyen a la conservación a largo plazo de los recursos suelo y agua, que son la base de la producción agroindustrial.

Discusión

La implementación de los VSM en la cadena de valor agroindustrial azucarera de la empresa Boris Luis Santa Coloma demostró ser una herramienta eficaz para visualizar integralmente los flujos y procesos, lo que permite identificar ineeficiencias, desperdicios y cuellos de botella. Los resultados obtenidos reflejan una mejora significativa en los indicadores de eficiencia, especialmente en la reducción de los tiempos de ciclo y de espera en los eslabones productivos y logísticos, lo que valida la utilidad del VSM como instrumento de diagnóstico y mejora continua en contextos agroindustriales complejos [17, 18]. Sin embargo, el estudio también evidenció limitaciones propias de los mapas tradicionales, como su naturaleza estática y la dificultad para modelar comportamientos dinámicos complejos, lo que coincide con lo señalado por El Kammouni y otros [19].

Una de las contribuciones principales de esta investigación fue la integración de un enfoque multidisciplinario en la conformación del equipo gestor, mediante la aplicación del Coeficiente de Experticia de Artola Pimentel [21] para garantizar un equilibrio entre el conocimiento técnico, la agilidad analítica y la visión sistémica. Este abordaje facilitó no solo la identificación de problemas operativos, sino también la propuesta de soluciones alineadas con las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad, tal como proponen Yani y otros [12] y Asrol y Yani [14]. No obstante, persisten brechas importantes que abren nuevas líneas de investigación futuras.

En primer lugar, resulta necesario desarrollar VSM dinámicos o adaptativos, capaces de incorporar variables de incertidumbre y fluctuaciones estacionales típicas de la agroindustria azucarera. La integración de herramientas como la simulación basada en agentes o la modelación de sistemas dinámicos, como el abordaje explorado por Sumadi y Ardiani [11], permitiría anticipar escenarios y evaluar el impacto de intervenciones antes de su implementación, para así superar la rigidez de los VSM convencionales.

Otra línea promisoria es la integración del VSM con otras metodologías de optimización y evaluación de sostenibilidad. Aunque en este estudio se realizó una valoración cualitativa de impactos, futuras investigaciones podrían incorporar formalmente el análisis de ciclo de vida (ACV) o el uso de indicadores multicriterio, tal como sugieren Masudin et al. [15], para cuantificar de manera más precisa la huella ambiental y social de las mejoras propuestas. Esto sería especialmente relevante en el contexto de la economía circular, donde el aprovechamiento de subproductos como el bagazo y la cachaza adquiere un rol estratégico.

Adicionalmente, se identifica la necesidad de explorar el potencial de la digitalización y las tecnologías 4.0 en el mapeo y gestión de cadenas de valor azucareras. La incorporación de sensores IoT, *big data* y plataformas de colaboración en tiempo real podría transformar los VSM en herramientas vivas y actualizables automáticamente, lo que facilita un monitoreo continuo y proactivo, tal como se vislumbra en los planteamientos de Morosini Frazzon y otros [6] y Burinskiene y otros [2].

Finalmente, se recomienda extender la aplicación del VSM a otros eslabones críticos menos explorados, como los sistemas de financiamiento, la gestión del conocimiento o la interacción con políticas públicas. La complejidad de las cadenas agroindustriales, como señalan Pérez Pravia y Vega de la Cruz [8], requiere un enfoque holístico que trascienda la optimización operativa y aborde los determinantes institucionales y de gobernanza que condicionan su desempeño y resiliencia.

Conclusiones

1. La eficacia de los VSM es segmentada y depende críticamente de la gobernanza inter-eslabones. Si bien la aplicación de los VSM permitió reducir el tiempo total de ciclo en un 19,1% en el eslabón industrial, la mejora en el eslabón de producción primaria fue de solo 3,2 %, evidenciando que las herramientas Lean por sí solas no superan desconexiones estructurales. La ausencia de mecanismos formales de colaboración entre productores, industria y distribuidores limita el impacto sistémico, confirmando que la optimización técnica requiere previamente una arquitectura de gobernanza colaborativa.
2. La identificación cuantitativa de desperdicios mediante VSM revela ineficiencias críticas, pero su eliminación exige intervenciones multifacéticas. El mapeo inicial cuantificó 4969 horas de tiempo total de ciclo y 35 horas de espera, identificando cuellos de botella operativos. Sin embargo, la corrección de estos problemas no se resolvió solo con ajustes de flujo, sino que demandó intervenciones estructurales como la creación de un centro de acopio y la redefinición de modelos de planificación, demostrando que los datos del VSM deben traducirse en cambios organizativos y de inversión para materializar las mejoras.
3. La sostenibilidad de las mejoras documentadas requiere un monitoreo continuo y adaptativo, más allá del mapa futuro estático. Aunque el mapa de valor futuro proyectó una reducción del 33,4 % en tiempos de ciclo y del 5,72 % en tiempos de espera, la evolución dispar entre eslabones —como el avance de 10 % en el distribuidor TRANSMEC frente al 0 % en ENCARGA—

subraya que la implementación es heterogénea y sujeta a factores locales. Esto resalta la necesidad de complementar los VSM con sistemas de monitoreo en tiempo real que permitan ajustes dinámicos y aseguren la permanencia de las ganancias de eficiencia.

Referencias

1. Sánchez Suárez Y, Pérez Castañeira JA, Sangroni Laguardia N, Cruz Blanco C, Medina Nogueira YE. Retos actuales de la logística y la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*. 2021;XLII(1):1-12. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/download/1079/992>
2. Burinskiene A, Daškevič D. Digitalization in Logistics for Competitive Excellence: Case Study of Estonia. *Tehnicki Glasnik*. 2024;18(3):486-96. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.31803/tg-20240502090609>
3. John IB, Adekunle SA, Aigbavboa CO. Adoption of Circular Economy by Construction Industry SMEs: Organisational Growth Transition Study. *Sustainability* (Switzerland). 2023;15(7). [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/su15075929>
4. Salas Navarro K, Meza JA, Obredor-Baldovino T, Mercado-Caruso N. Evaluación de la Cadena de Suministro para Mejorar la Competitividad y Productividad en el Sector Metalmecánico en Barranquilla, Colombia. *Información Tecnológica*. 2019;30(5):25-33. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200025>
5. Pérez Marroquín RD. Automatización de Procesos y Eficiencia Operativa mediante Inteligencia Artificial en la Administración. *Business Innova Sciences*. 2024;5(1):85-113. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.5281/zenodo.13308399>
6. Morosini Frazzon E, Taboada Rodriguez CM, Meireles Pereira M, Cardoso Pires M, Uhlmann I. Towards supply chain management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 2019;16(1):180-91. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a2>
7. Hernández Nariño A, Sablón Cossío N, Sánchez Galván F, Bautista Santos H, Acevedo Urquiaga AJ. Supply chain mapping: Analysis of processes, flows and actors in Latin-American case studies. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. 2025;46(1):460102. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.34044/j.kjss.2025.46.1.02>
8. Pérez Pravia MC, Vega de la Cruz LO. Gestión de riesgos en encadenamientos productivos sostenibles. *Revista Venezolana De Gerencia*. 2021;26(96):1396-412. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.52080/rvgluz.26.96.25>
9. Cáceres R, Martínez-Román JA, Romero I. Las dependencias funcional y productiva en el análisis de las cadenas de valor global. *Revista de Economía Mundial*. 2013(35):87-101. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/866/86629567004.pdf>

10. Antúnez Saiz V, Ferrer Castañedo M. Hacia un enfoque de encadenamientos productivos en Cuba: una propuesta metodológica para su análisis. *cofin Habana*. 2014;8(3). [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.uh.cu/cofinhab/article/view/1317/1170>
11. Sumadi J, Ardiani F. Supply chain brown sugar agroindustry in Banyuwangi district: Analysis study with a dynamic system approach. *International Journal of Supply Chain Management*. 2020;9(1):626-32. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/288291209.pdf>
12. Yani M, Asrol M, Hambali E, Papilo P, Mursidah S, Marimin M. An adaptive fuzzy multi-criteria model for sustainability assessment of sugarcane agroindustry supply chain. *Ieee Access*. 2022;10:5497-517. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3140519>
13. Asrol M, Yani M, Taira E. Risk management for improving supply chain performance of sugarcane agroindustry. *Industrial Engineering & Management Systems*. 2021;20(1):9-26. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.7232/iems.2021.20.1.9>
14. Asrol M, Yani M. A multi-criteria model of supply chain sustainability assessment and improvement for sugarcane agroindustry. *Heliyon*. 2024;10(7). [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(24\)04290-7.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(24)04290-7.pdf)
15. Masudin I, Alfarisi S, Suhartin E, Restuputri DP, Shariff SSR. Hotspot Identification for Improving Cane-Sugar Sustainable Supply Chain Through the Integration of Life Cycle Assessment and Value Stream Mapping. *Process Integration and Optimization for Sustainability*. 2025;9(2):605-24. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41660-025-00486-y>
16. De Steur H, Wesana J, Dora MK, Pearce D, Gellynck X. Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste management*. 2016;58:359-68. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/13116/3/FullText.pdf>
17. Sánchez Suárez Y, Sánchez Castillo V, Gómez Cano CA. Implementación de mapas de flujo de valor en la mejora de trayectorias intrahospitalarias de pacientes. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2025;51:e_19273. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc2023115>
18. Ahmad R, Amin RFM, Mustafa SA. Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. *Operations Management Research*. 2022;15(3):1490-509. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9>
19. El Kammouni R, Kamach O, Masmoudi M, editors. *Value stream mapping 4.0: a structural modeling approach*. 13ème CONFERENCE INTERNATIONALE DE MODELISATION, OPTIMISATION ET SIMULATION (MOSIM2020), 12-14 Nov 2020, AGADIR, Maroc; 2020.[citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://hal.science/hal-03192847/>

20. Sánchez Suárez Y, Marqués León M, Hernández Nariño A, Suárez Pérez M. Metodología para el diagnóstico de la gestión de trayectorias de pacientes en hospitales. *Región Científica*. 2023;2(2):2023115. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc2023115>
21. Artola Pimentel MdL. *Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de servicios ingenieros de Cuba* [Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas]. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"; 2002.
22. García Alcaraz JL, Alvarado Iniesta A, Maldonado Macías AA. Selección de proveedores basada en análisis dimensional. *Contaduría y administración*. 2013;58(3):249-78. [citado: 08 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71229-4](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71229-4)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Contribución de cada autor:

Yasniel Sánchez Suárez: Líder del proyecto y administrador del mismo participo en la redacción de la introducción y la concepción de las diferencias entre las cadenas de suministro y las cadenas de valor realizo la modelación de la cadena de valor y en la redacción del primer borrador original.

Darian Samá Muñoz: Participó en la redacción de la introducción en lo referido a las cadenas de valor agroindustriales azucareras. Participó en la aplicación de resultados del procedimiento y en la discusión de la investigación.

Daniel Calzadilla Adan: Participó en el diseño del procedimiento y la aplicación de la fase tres evaluaciones de impactos. Participó en la recogida de información de campo de apoyo a la modelación. Participó en la redacción de las conclusiones del manuscrito.

Arialy Hernández Nariño: Participó en la redacción de la introducción los elementos referidos a las cadenas de valor. Participó en el diseño de la metodología la sección de análisis de grupos de interés e identificación de oportunidades de mejora. Participó en la redacción inicial de la discusión y en la revisión del manuscrito.

Gianny David Quesada Martínez: Participó en los ajustes de la introducción y la confección del resumen del trabajo. Participó en la revisión final del manuscrito y en la modelación de la cadena de valor y el procesamiento de la información de campo.