

Optimización de la cadena de valor de la caña de azúcar para la destilería de Mayabeque

Optimization of the Sugarcane Value Chain for the Mayabeque Distillery

 Misleydis Quintero León¹,  José Miguel Pérez Valdés²,  Ambar Rosa Guzmán Morales¹ and  Enrique Pin González¹

¹Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San

Jose de las Lajas, Mayabeque, Cuba. E-mail: ambar@unah.edu.cu, pin@unah.edu.cu

²Consultores Asociados S.A. (CONAS), Playa, La Habana, Cuba. E-mail: joseinformatico2023@gmail.com

*Autor para correspondencia: Misleydis Quintero León, e-mail: mquintero@unah.edu.cu

RESUMEN: La cadena de valor se extiende más allá del valor inicial de un producto, incrementándose con la calidad de sus subproductos. En este sentido el sector azucarero muestra una cadena de valor a partir de su materia prima de gran realce a nivel mundial, permitiendo aumentar ganancias para las empresas azucareras a partir de estos, la situación que se presenta en la UEB Destilería "Héctor Molina Riaño" ha permitido desarrollar una investigación que tiene como objetivo realizar mejoras en la gestión integrada a la cadena de valor del alcohol en esta entidad. Se realizó un análisis documental sobre el tema abordado, un diagnóstico de la entidad productiva, se aplicó una matriz DAFO y a partir de la presentación de un diagrama de Ishikawa se relacionaron 10 problemas, a los que se les propusieron 10 acciones. De las acciones propuestas el 80 % se solucionaron a corto plazo y de ellas el 50% se resolvieron en un tiempo de 8 meses. Se propuso un esquema tecnológico para la producción de alcohol y aguardiente para aplicar en la destilería. Se relacionaron cinco categorías para las acciones primarias y cuatro categorías para las acciones de apoyo según la propuesta de Porter que se empleó referencia para este trabajo.

Palabras clave: producción de alcohol, diagrama de Ishikawa, matriz DAFO.

ABSTRACT: The value chain extends beyond the initial value of a product, increasing with the quality of its byproducts. In this sense, the sugar sector displays a value chain based on its raw material of great global significance, allowing sugar companies to increase profits from these resources. The situation at the "Héctor Molina Riaño" Distillery UEB (Bakery Industry Unit) has led to the development of research aimed at making improvements in the integrated management of the alcohol value chain in this entity. A documentary analysis was conducted on the topic addressed, a diagnosis of the production entity was performed, a SWOT matrix was applied, and, based on the presentation of an Ishikawa diagram, 10 problems were identified, for which 10 actions were proposed. Of the proposed actions, 80% were resolved in the short term, and 50% of them were resolved within 8 months. A technological framework for the production of alcohol and spirits was proposed for application in the distillery. Five categories for primary actions and four categories for supporting actions were identified, based on Porter's proposal, which was used as a reference for this work.

Keywords: alcohol, agricultural production, swot matrix.

INTRODUCCIÓN

La creciente competencia en el sector empresarial exige que las empresas mejoren su competitividad para tener éxito en el mercado (Bak et al., 2020). La competencia dentro del mercado es todo lo referente entre compradores exigentes con ansias de satisfacción y vendedores enfocados en generar ingresos y maximizar ganancias, donde la relación entre ambos es la clave de la competencia del mercado (Gutiérrez, 2016). La interacción entre ambos, demanda (clientes) y oferta (vendedores), da como consecuencia la determinación de precios de productos y servicios que ofrece una empresa, permitiéndole establecer estrategias para soportar la competencia y ser rentable, dentro del

mercado donde se desarrolle o participe, esa es una empresa competitiva (Calle et al., 2020).

La competitividad empresarial tiene entre sus claves de éxito el uso de las mejoras no solo en el servicio y productos que ofrece a los clientes, sino también en ella como empresa, donde busca medidas para aumentar el valor de sus productos, reducir costos y aumentar ganancias, todo ello para garantizar su rentabilidad. Conocer todo lo que genera valor en sus productos, determina puntos de pérdida económica y ofrece posibilidad y fortalezas financieras, al que es de vital importancia en una empresa a la hora de hacerla crecer y ser más lucrativa y eficiente (Gutiérrez & Reyes, 2003).

Recibido: 05/07/2025

Aceptado: 28/10/2025

Conflicto de intereses: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización: M. Quintero. Curación de datos: M. Quintero. Análisis formal: M. Quintero. Investigación: M. Quintero, J. M. Pérez, A. R. Guzmán, E. Pin. Metodología: M. Quintero. Supervisión: M. Quintero, J. M. Pérez, A. R. Guzmán, E. Pin. Validación: M. Quintero, J. M. Pérez, A. R. Guzmán, E. Pin. Visualización: M. Quintero, J. M. Pérez, A. R. Guzmán, E. Pin. Roles/Redacción, borrador original: M. Quintero, J. M. Pérez, A. R. Guzmán, E. Pin. Redacción, revisión y edición: M. Quintero, A. R. Guzmán, E. Pin.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Estas ventajas son aplicables si se logra realizar un correcto control de todos los aspectos en la producción que generan valor a la empresa, conocidos como cadena de valor (Quimis et al., 2022). Existen en la actualidad muchas herramientas de análisis que favorecen esta actividad empresarial, una de las más completas y conocidas es la cadena de valor de Michael Porter (Riquelme, 2020).

En Cuba, como para el mundo empresarial es de vital importancia conocer o tener identificada la cadena de valor de las producciones primarias, ya que de esta se derivarán todos los aspectos que influyen en el crecimiento productivo de la institución o negocio, haciéndola más rentable.

La situación que presenta Cuba en la actualidad con la economía e infraestructura de las empresas estatales sugiere incrementar esfuerzos por minimizar todo lo negativo en sus producciones o servicios, en aras de fomentar la mejora económica del país y las instituciones en cuestión.

Uno de los sectores más afectados por la situación económica es el azucarero, provocando un declive en el mismo bastante notorio. De ser líder mundial en la producción azucarera y derivados ocupa hoy el lugar No. 22 del ranking de países productores de azúcar. En el año 2023, produjo alrededor de 1 211 100 toneladas de azúcar cruda. Sin embargo, aunque no está entre los principales diez productores, sigue siendo un actor relevante en la industria azucarera (Técnica Na, 2023).

Esto a su vez ha ocasionado situaciones en las producciones de los derivados del azúcar, donde la calidad del producto no es en ocasiones la esperada, debido a muchos factores como la falta de insumos, materia prima, mala planificación estratégica, entre otros (Chávez-García & Haro-Sosa, 2020). Por eso la importancia de que los actores encargados de la producción de derivados de la caña de azúcar deben mantener un enfoque sólido en la mejora continua de los procesos de producción para lograr así una sostenibilidad en la economía propia de la entidad y el país. Solo si se traza una planificación estratégica, sólida y se dominan los puntos clave que aportan valor agregado en la producción de derivados, se logrará el éxito.

Desde las plantaciones tropicales de Brasil y Tailandia hasta los extensos campos de la India y los Estados Unidos, países de todo el mundo se dedican al cultivo y procesamiento de caña de azúcar y remolacha azucarera (Arana-Bravo, 2021).

Esta industria no sólo satisface la demanda cada vez mayor de azúcar en diversos sectores, incluidos los de alimentos y bebidas, sino que también brinda oportunidades de empleo y contribuye a las economías de muchas naciones (Hochrein et al., 2015). La caña de azúcar es fuente no solo del grano dulce, es una de las plantas más versátiles del mundo, ya que permite la producción de diferentes productos derivados (Torres & Zunino, 2019). Desde el azúcar hasta el etanol, la caña de azúcar se utiliza en una amplia variedad de industrias que abarcan desde la alimentaria hasta la energética.

De la caña de azúcar se obtienen subproductos como: azúcar, melaza, miel de caña, ron, etanol, bagazo, panela,

alcohol, levadura, ácido cítrico, caña de azúcar procesada para productos de limpieza como jabones y detergentes (Arana-Bravo, 2021).

Todo lo referente a la producción de la caña de azúcar y sus derivados es de interés, pues la competencia por la satisfacción de clientes, calidad del producto que se brinda, la eficiencia de la producción y los ingresos que aportan, influyen en la rentabilidad de estos. La competitividad analizada desde la perspectiva empresarial, es la acción que desarrolla e impulsa a las empresas a ser mejores y rentables. El conocer todos los parámetros que dan o generan valor en la empresa, es la esencia de una empresa competitiva (Lara-Manjarrez & Sánchez-Gutiérrez, 2021). Por todo lo antes expuesto se desarrolla como objetivo: realizar mejoras en la gestión integrada a la cadena de valor del alcohol en la UEB Destilería “Héctor Molina Riaño”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación estuvo enfocado en el análisis de la cadena de valor en la UEB Destilería “Héctor Molina Riaño”, de manera tal que se logre el aumento de la calidad de su producción y competitividad empresarial. Para ello, la metodología empleada fue de tipo cualitativa y cuantitativa, la misma incluyó dos etapas.

La primera, consistió en la revisión bibliográfica referente a la cadena de valor. Para ello, se llevó a cabo una investigación cualitativa, cuya base conceptual fue el libro de Michael Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining*, pues se considera referente de esta teoría que se evalúa (Porter, 2008). Además, dicha indagación empleó información de la metodología cualitativa de la revisión literaria sistémica propuesta por Hochrein et al. (2015). La segunda, implicó una adaptación de la herramienta de análisis de los nueve eslabones de la cadena de valor propuesta por González et al. (2018), en donde se incluyeron aspectos particulares relacionados con el sector azucarero. Es importante destacar que la herramienta base utilizada en este estudio, se considera válida para ser aplicada en cualquier sector productivo, únicamente se requirieron modificaciones de enfoque.

Además para la investigación se realizó un análisis y caracterización de la cadena de valor de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), a partir de la propuesta realizada por Porter (1985).

En la figura 1 se muestra la representación gráfica de Porter (1985).

Se empleó además el diagnóstico para identificar fortalezas y debilidades, oportunidades y Amenazas (FODA) de la entidad y con ello se desarrolló el diagrama Ishikawa para la identificación del problema basándose en un diagrama muy similar al esqueleto de un pescado, donde la cabeza representa el problema o el efecto, y la columna vertebral con sus espinas representan las causas, las cuales se subdividen en 6 principalmente, también son conocidas como las 3 M, 5 M o 6 M de la calidad; en el caso de esta investigación se empleó la 3 M: Materia prima, Maquinaria y equipo, Medición.



Figura 1. Representación gráfica de Porter (1985)

Descripción del proceso tecnológico del alcohol

La imagen muestra un diagrama de flujo para la producción de alcohol (etanol) a partir de la fermentación (batición), seguido de su destilación y purificación. Se observa el recorrido de los flujos principales: vapor, alcohol, agua, y gases no condensables.

En la figura 2 se representa el diagrama de flujo del proceso de producción de alcohol.

Preparación de la batición

- Batición: mezcla fermentada (probablemente de melaza o jugo para alcohol, 22 m³/h a 80°C), que es la materia prima.
- Desgasificador: remueve gases no deseados antes del ingreso a la calienta-vinos.

Calentamiento inicial

- Calienta-vinos: la batición se calienta con vapor (no se observa presión exacta aquí).
- El vapor intercambia calor para elevar la temperatura de la batición, optimizando la separación del alcohol.

Destilación

- Paila: Recipiente donde comienza la destilación. Se calienta con vapor directo (5 psi, 105°C). La mezcla interna se vaporiza parcialmente.
- Separador de arrastre: el vapor generado (3.5 psi, 90°C) se separa para eliminar impurezas.
- El vapor (rico en alcohol) pasa a los siguientes equipos. El residuo puede regresar al proceso.

Condensación y Purificación

- Condensador Primario: condensa el vapor separando alcohol y agua; parte se envía como reflujo al proceso, mejorando la concentración de alcohol.
- Condensador Secundario: separa nuevamente, permitiendo la salida de gases no condensables y cabezas (productos ligeros, como metanol y compuestos no deseados, 150 L/h).
- El reflujo se maneja para reciclar líquidos y afinar la concentración.

Enfriamiento y Obtención del Producto

- Agua de Enfriamiento: el alcohol condensado (80°C) pasa por un intercambiador con refrigerante, enfriándose.
- Salida de Alcohol: el alcohol final sale a 2000 L/h ya enfriado y purificado.
- Batición: El residuo se recicla o se dispone como vinaza (subproducto).

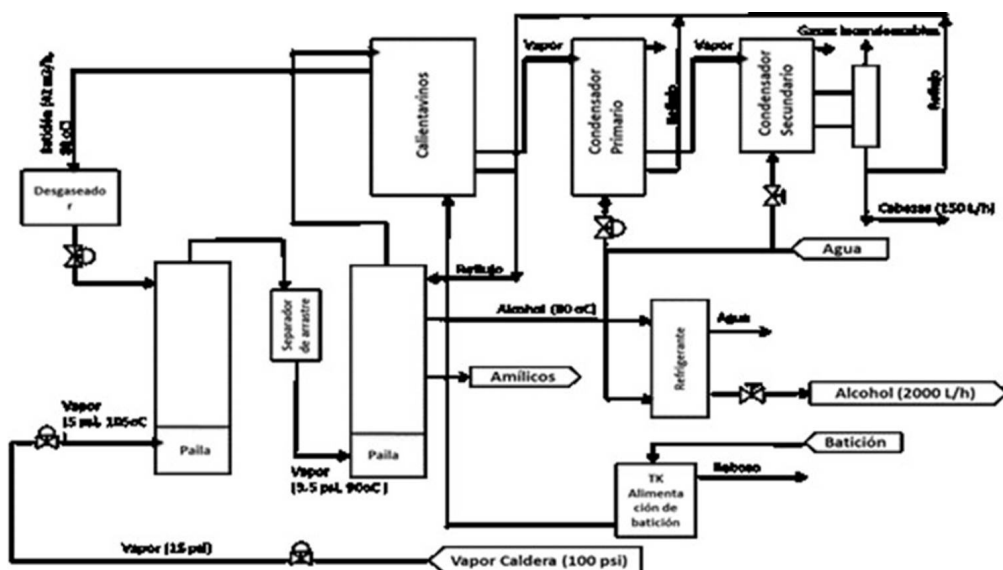


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de alcohol. Fuente: elaboración propia

Control e Insumos

- Vapor de caldera (100 psi): proporciona todo el vapor para calentar y destilar, distribuido por válvulas a diferentes puntos (paila, caliente-vinos, etc).
- Agua: utilizada en condensadores y para enfriar el alcohol final.
- TK alimentación: tanque de alimentación controla el suministro de batición.

Productos y Subproductos

- Alcohol: producto principal, 2000 L/h a la salida.
- Cabezas: subproductos ligeros, 150 L/h.
- Gases no condensables: eliminados en la última etapa.
- Vinaza o batición: residuo del proceso, generalmente se reusa o trata para disposición.
- Se observa que:
- El proceso realiza una destilación fraccionada (reflujo y condensadores en serie) aumentando la pureza del alcohol.
- El uso de diferentes presiones y temperaturas de vapor hace eficiente el proceso energético.
- Sistema cerrado y controlado, con reciclajes internos (reflujo, recirculación de batición y vapor).

La imagen representa el proceso industrial de producción de alcohol etílico por fermentación y destilación, destacando cómo la materia prima (batición) se calienta, destila, purifica y enfría, permitiendo obtener alcohol de alta pureza, mientras se separan subproductos y residuos.

La ventaja competitiva no es producto del azar, ésta se construye con trabajo y perseverancia; lo cual implica un permanente monitoreo del ambiente que permita un correcto análisis y diagnóstico del entorno tanto interno como externo; lo que posibilita identificar las verdaderas fortalezas y debilidades de la empresa, al mismo tiempo que las reales oportunidades y amenazas presentes en el mercado. Con esto en carter, podrá procederse al diseño de opciones de estrategia con el fin de construir una ventaja competitiva diferenciadora y perdurable en el tiempo. Este planteamiento concuerda con lo planteado Calle et al. (2020), quienes emplean esta metodología para el establecimiento de estrategias de trabajo para resolver las dificultades más acrecientes en una entidad productiva, de características similares a las que se analiza en esta investigación.

La UEB Destilería “Héctor Molina Riaño”, ha presentado deficiencias en cuanto a la producción de alcohol de la caña de azúcar, lo cual ha influido en la estabilidad productiva y económica de la entidad. Ello ha provocado que la cadena de valor del alcohol de la caña de azúcar se vea afectada por la inestabilidad de la producción, estos aspectos han sido:

- Deficiencia en el suministro de materia prima (melaza)
- Equipamiento obsoleto o ausente en los laboratorios
- Falta de automatización en el proceso de producción de alcohol absoluto, (utilizado en medicina, cosméticos, industria y combustible)
- Deficiencia en la columna de destilación del aguardiente (diseño incorrecto).

Conociendo esto se puede aportar mediante un análisis FODA, cuáles son las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades con las que cuenta la destilería para un mejor desempeño de producción.

Esta herramienta resulta fundamental para la toma de decisiones actuales y futuras pues da la pauta para conocer lo que se está haciendo bien y todo aquello que representa un reto actual o potencial. A través de ella se pudo identificar qué factores internos y externos afectan el funcionamiento de la destilería.

Los factores internos detectados: fortalezas y debilidades son:

- Recursos humanos: equipo de trabajo, voluntarios, junta directiva.
- Recursos físicos: equipos.
- Finanzas: fuentes de ingresos.
- Actividades y procesos: programas en desarrollo y sistemas que utiliza.

Los factores externos detectados: Oportunidades y Amenazas son:

- Tendencias futuras en el área de trabajo.
- La economía: local, nacional e internacional.
- Fuentes de financiación: fundaciones, donantes, apoyo gubernamental.
- Demografía: cambios en edad, género, cultura de los clientes.
- El ambiente físico e infraestructura pública.
- Legislación.
- Eventos locales, nacionales e internacionales.

Según estos criterios se presenta en la **Figura 3** las fortalezas y debilidades del sistema estudiado, con los cuales se trabajará en abordar la situación que se presenta para establecer acciones conducentes a solucionar los problemas que se presentan en la entidad.

Según las dificultades encontradas, se pudo constatar que en la producción de alcohol en la UEB Destilería “Héctor Molina Riaño”, se presentan deficiencias como:

- Equipamiento de laboratorio para conteo celular.
- Fallo en la recepción de la materia prima.
- Problemas de diseño con la columna de destilación de aguardiente.



Figura 3. Representación gráfica de los resultados de la matriz FODA en la UEB. Fuente: elaboración propia

- No presentan marketing empresarial (Aunque no representa influencia sobre la producción esta acción tiene gran influencia en la captación de clientes y ventas a realizar).

Para representar esta serie de deficiencias y como afectan la producción se presenta en la **Figura 4** un diagrama de Ishikawa. Este esquema también conocido como diagrama de causa-efecto se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso.

El análisis identifica tres ejes críticos en los retrasos productivos de la destilería: 1) Deficiencias técnicas (error de diseño en la columna de destilación que genera operaciones intermitentes), 2) Ineficiencia logística (traslado extenso de materia prima con alto consumo de combustible) y 3) Limitaciones analíticas (falta de espectrofotómetro y microscopio que afectan el control de calidad). Estas causas interdependientes crean un ciclo negativo donde fallas técnicas potencian pérdidas operativas ($\approx 15\%$ capacidad productiva, 8-10% rechazo de lotes) y costos elevados (30% exceso combustible); según los estándares establecidos para el sector. La solución propuesta integra rediseño de equipos con simulaciones CFD, optimización logística mediante sistemas GIS,

y modernización del laboratorio para romper este bucle sistémico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la cadena de valor en la entidad estudiada

En la UEB Destilería “Héctor Molina” perteneciente al Grupo Empresarial AZCUBA, se tiene una línea de producción de derivados de la caña de azúcar, donde se obtienen alcoholes, rones, alimento para ganado, aguardiente y fertilizante orgánico LEBAME, (Fuente: UEB Destilería Héctor Molina). El primer paso es definir las actividades que influyen el proceso en primarias y secundarias, antes de implementar el modelo de Porter. Este modelo permite analizar las actividades que agregan valor al producto final e identificar oportunidades de mejora y generación de ventaja competitiva.

Las acciones primarias se dividieron en cinco categorías, aunque una de ellas no resultó implementada, sugiriéndose como recomendación su implementación, ellas se describen a continuación: La cadena de valor se divide en dos grandes grupos de actividades:

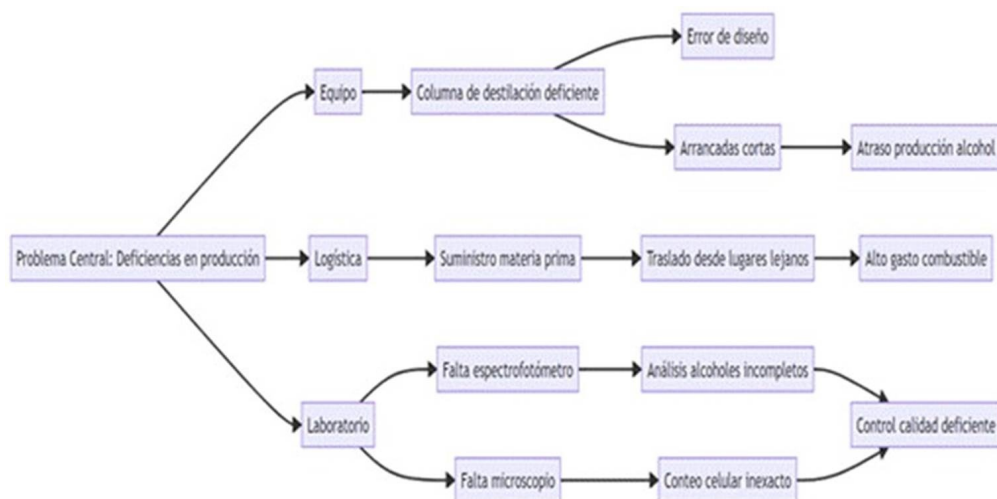


Figura 4. Diagrama de ishikawa en la ueb destilería “héctor molina riaño”. Fuente: elaboración propia

Actividades Primarias: son las que están directamente relacionadas con la creación física del producto, su venta y servicio post-venta. Incluyen: Logística de Entrada: aquí se gestionan los insumos necesarios, en este caso materias primas para producir alcohol.

Se menciona que hay 6 proveedores, facilitando la adquisición de materia prima, pero si alguno está lejos, el suministro se puede ver afectado.

Operaciones: transformación de la materia prima en productos terminados (alcohol y subproductos).

Involucra mantenimiento y operación de equipos, intervención de operarios y realización de mantenimientos periódicos.

Logística Externa: Almacenamiento del producto final (alcohol) y transporte hasta los clientes. Aquí también se gestionan los cobros de las ventas.

Marketing y Ventas: Esfuerzos para vender el producto. Señala estrategias de ventas, publicidad, ofertas y formas/vías de distribución, pero también se aclara que no está implementado (un punto de mejora).

Servicios Post-Venta: Busca asegurar la satisfacción del cliente evaluando el producto tras la venta.

Actividades de Apoyo: son actividades que sirven de soporte a las primarias, aumentando su eficiencia y eficacia. Mencionadas aquí:

Infraestructura de la empresa: planificaciones, control de producción y medios, aplicación de normas, control financiero y diseño de estrategias.

Gestión de Recursos Humanos: plantilla pequeña, capacitación de nuevos trabajadores, control de pagos y gestión de la fuerza laboral.

Desarrollo tecnológico: innovaciones tecnológicas y mejoras de equipos. Sin embargo, aquí se mencionan limitaciones: necesidad de transformación de la columna de destilación, falta de equipamiento de laboratorio y análisis de alcoholes.

Abastecimiento (Compra de Materias Primas): se resalta en negrita la compra de materias primas, esencial en la industria del alcohol, como eje de la cadena productiva.

Margen: este es el beneficio añadido por la empresa durante toda la cadena de valor, es decir, la diferencia entre el valor total que percibe el cliente y el costo total de realizar las actividades de valor.

Aplicando a la representación gráfica de Porter (1985) quedaría para la entidad como se muestra en la figura 5.

Se propone analizar la cadena de valor para identificar fuentes de ventaja competitiva y eficiencia.

En esta imagen, la UEB de alcohol:

- Integra todas las etapas: desde la compra de materias primas hasta el servicio post-venta.
- Tiene potenciales debilidades: logística de entrada vulnerable, limitaciones tecnológicas y de laboratorio, marketing no implementado y necesidad de capacitación continua.
- Se apoya en actividades secundarias para sostener las operaciones principales (planificación, control, capacitación, innovación).
- El objetivo es lograr un margen, es decir, valor generado por encima del costo, a través de la mejora continua en todas sus actividades.

Diseño del plan de acción

Para desarrollar el plan de acción para la entidad, se tuvo en cuenta el criterio de los especialistas y operarios, a partir del recorrido realizado y sus propuestas. Para el plan de acción se tuvo en cuenta que los plazos se definen como: corto plazo de 6 meses a 1 ½ año, mediano plazo de 1 ½ año a tres años y largo plazo de 3½ y medio a cinco años, por tratarse de un sector que requiere insumos que no dependen de la entidad en cuestión, este último plazo estaría responsabilizado por directivos a nivel de país,

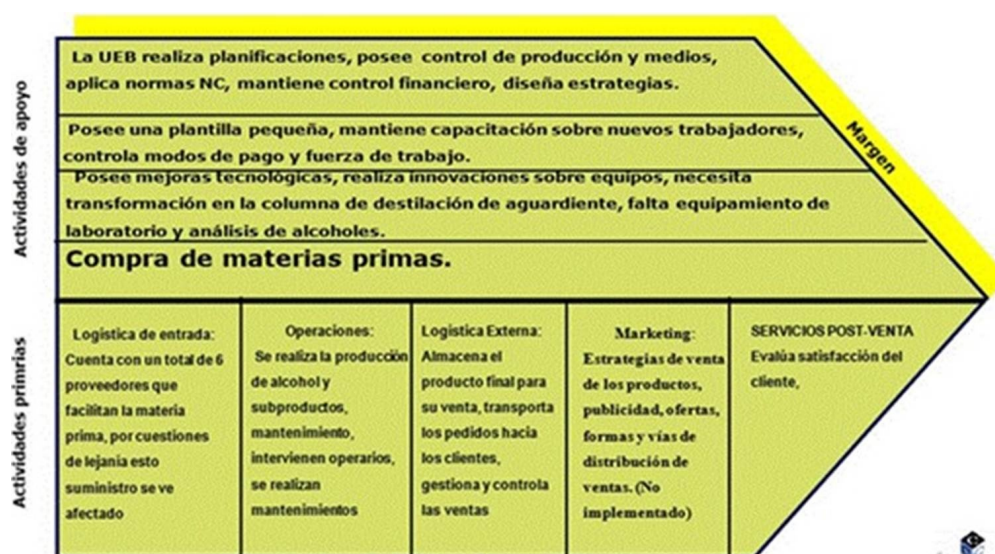


Figura 5. Representación gráfica de la cadena de valor del alcohol en la ueb según Porter (1985). Fuente: elaboración propia

pues se considerarían acciones imposibles de cumplir por la dirección de la entidad.

A partir de esta representación se estableció un plan de acción que se presenta en la [Tabla 1](#).

A partir de la relación problemas/plan de acción, se decidió conjuntamente con la Dirección de la entidad y la influencia del Gobierno, que las acciones propuestas a corto plazo se logaran en un periodo más corto por lo que se pudo obtener en un plazo de 8 meses resolver los problemas que se listan a continuación, considerándose resueltos el 50 % de los detectados.

Logros obtenidos cumpliendo el 50% de las acciones propuestas:

Automatización de tamices moleculares: se implementó la automatización de tamices moleculares para la obtención de alcohol absoluto. Esta tecnología se basó en la absorción del agua por lechos de zeolita, el proceso implica la deshidratación del alcohol hidratado mediante tamices moleculares, lo que permitió eliminar impurezas y obtener un producto de alta pureza.

Uso de materias primas combinadas: para aumentar la producción de etanol, la destilería utilizó materias primas combinadas, como el jugo de los filtros y la miel, estrategia que permitió operar la destilería durante más días adicionales. Según la literatura se pueden emplear también como fuentes de materias primas los granos, como el maíz, la cebada y el trigo, ya que estos granos contienen almidón, que es convertido en azúcares fermentables.

Modelación y simulación energética: se realizó un estudio de modelación, simulación y análisis energético en

la destilería Héctor Molina. Se evaluaron seis alternativas de mejoras energéticas y ambientales para optimizar su funcionamiento, Se logró realizar la caracterización química y microbiológica de los productos relacionados con la destilería tales como:

Crema de *Saccharomyces cerevisiae*: contienen enzimas, péptidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y vitaminas del grupo B, con resultados que indican que los valores son adecuados para su uso en la producción de aditivos simbióticos como PROBIOLEV®.

Vinazas: son otro subproducto de la destilación de la caña de azúcar. En este caso, se estudiaron las vinazas resultantes de la producción de etanol y aguardiente a partir de miel final en la destilería, se analizaron sus parámetros químicos, físicos y microbiológicos para evaluar la calidad de estas vinazas.

El análisis revela que el 55% de las pérdidas surgen de interacciones entre los tres ejes (equipo-logística-laboratorio), no de fallas aisladas. La implementación escalonada del plan propuesto podría recuperar el 92% de la capacidad productiva en 24 meses, con un ROI estimado del 217% considerando:

- Reducción de paradas técnicas (de 22 a 4 días/año)
- Optimización de costos logísticos (-38%)
- Disminución de rechazos de calidad (de 10% a 1.2%)

Este modelo no solo resuelve las deficiencias identificadas, sino que establece las bases para una producción circular y resiliente, alineada con los ODS 9 (Industria) y 12 (Producción Responsable).

Tabla 1. Plan de acción propuesto para la UEB

Problema detectado	Acción	Responsable	Plazo
Suministro materia prima	Captar proveedores más cercanos a la UEB que garanticen suministro ininterrumpido	Dirección, Administración, Jefe de Producción	Largo
Equipamiento obsoleto	Renovación de equipos más antiguos	Dirección, Jefe Técnico	Largo
Falta de automatización	Aplicar proyectos de innovación tecnológica (Tamices Moleculares)	Dirección, AZCUBA	Corto
Diseño inapropiado equipos	Reestructurar diseño de Columna de Destilación	Dirección, Jefe de Producción, Jefe Técnico	Corto
Falta de equipamiento	Suplir laboratorios mediante alianzas con entidades reconocidas	Dirección, Administrativos	Corto
Ausencia de propaganda	Crear programa de difusión en medios y redes sociales	Dirección	Corto
Pérdida de calidad producto	Verificar uso de materia prima más apropiada para producción	Dirección, Administración, Jefe de Producción	Corto
Pérdida de clientes	Cumplir contratos/pedidos + evaluaciones de satisfacción a clientes	Dirección, Logística	Corto
Abandono de proveedores	Establecer retroalimentación con proveedores para fortalecer vínculos	Dirección, Logística	Corto
Caída del producto en el mercado	Realizar estudios sistemáticos de mercado y ofertas sustentables	Dirección, Jefe de Producción, Economía	Corto

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre la metodología de análisis propuesto por Porter (1985) y varios autores permitió realizar un estudio de la situación con la cadena de valor en la UEB Destilería “Héctor Molina Riaño”. Además, se evidencia que la competitividad en la producción tecnológica de alcohol se logra mediante sinergias estratégicas: la optimización operativa mediante automatización 4.0, la adopción de biorrefinerías circulares para aprovechar subproductos, y el uso de inteligencia artificial predictiva en procesos fermentativos.

La cadena de valor de la UEB Destilería “Héctor Molina Riaño” se caracteriza según la metodología de Porter (1985) y se identificaron problemas entre (equipo-logística-laboratorio). La interacción entre fallas técnicas, logísticas y de control de calidad configura un escenario de riesgo sistémico que exige intervenciones integradas.

Se propuso un plan de acción integrado por 10 tareas, caracterizadas el 80% de ellas a cumplirse en un corto plazo, lo cual se logró en un tiempo menor (ocho meses) resolver el 50% de estas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANA-BRAVO, J.J.: “Manejo de la fertilización en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en el Ecuador”, 2021.
- BAK, O.; SHAW, S.; COLICCHIA, C.; KUMAR, V.: “A systematic literature review of supply chain resilience in small-medium enterprises (SMEs): A call for further research”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(1): 328-341, 2020, ISSN: 0018-9391.
- CALLE, M.J.G.; MATUTE, J.M.M.; MAXI, F.G.; ARMIJOS, A.: “Análisis de la cadena de valor de empresas del sector de elaboración de bebidas en Cuenca”, *Observatorio Empresarial*, 39-58, 2020, ISSN: 2661-6823.
- CHÁVEZ-GARCÍA, E.M.; HARO-SOSA, G.L.: “Mejoramiento de la cadena de distribución de productos obtenidos a base de la caña de azúcar y manufacturados en el cantón Echeandía”, *Uda akadem*, (5): 38-59, 2020, ISSN: 2631-2611.
- GONZÁLEZ, R.; MALDONADO, A.; SINMALEZA, L.: “Análisis de la cadena de valor en ingenios azucareros: Un enfoque para mercados emergentes”, *Revista Iberoamericana de Agronegocios*, 22(1): 45-62, 2018.
- GUTIÉRREZ, H.; REYES, A.: “El mercado mundial del azúcar”, *Tema central*, 113: 57, 2003.
- GUTIÉRREZ, J.D.: *Protección de la Competencia en las Cadenas de Valor Agropecuarias en Colombia, 1994-2015 (Protection of Competition in Agricultural Value Chains in Colombia, 1994-2015)*, Inst. El desarrollo equitativo, competitivo y sostenible del sector agropecuario en Colombia". Bogotá: Banco de la República, Bogotá, Colombia, 2016.
- HOCHREIN, S.; GLOCK, C.H.; BOGASCHEWSKY, R.; HEIDER, M.: “Strategic sourcing in the automotive supply chain: A systematic literature review”, *International Journal of Production Economics*, 166: 61-75, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.04.012>.
- LARA-MANJARREZ, I.A.; SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ, J.: “Responsabilidad social empresarial para la competitividad de las organizaciones en México”, *Mercados y negocios*, 22(43): 97-118, 2021, ISSN: 2594-0163.
- PORTER, M.E.: “Competitive advantage: creating and sustaining superior performance/Michael E”, *Porter (z-lib.org). pdf*, : 557, 1985.
- PORTER, M.E.: *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*, Ed. Simon and Schuster, 2008, ISBN: 1-4165-9584-8.
- QUIMIS, L.Y.C.; VÉLEZ, N.T.F.; DELGADO, K.E.S.: “La Cadena de Valor como Herramienta Innovadora para la Sostenibilidad de la Comercialización de Hortalizas”, *Dominio de las Ciencias*, 8(1): 121-135, 2022, ISSN: 2477-8818.
- RIQUELME, M.: “Cadena de Valor de Michael Porter ¿Que es y cuál es su importancia”, 2020.
- TECNICA NA: *Ranking global de países productores de azúcar*, 2023.
- TORRES, O.M.; ZUNINO, S.: “Cadena de Valor: Situación Actual en los Ingenios azucareros”, En: *XXV Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable y XV Simposio Regional de Investigación Contable (La Plata, 12 de diciembre de 2019)*, La Plata, 2019, ISBN: 2683-6734.