

04

EPISTEME & PRAXIS | Revista Científica Multidisciplinaria | 2960-8341

GESTIÓN DE PROCESOS

CON ENFOQUE AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA “14 DE JULIO”, CUBA

PROCESS MANAGEMENT WITH AN ENVIRONMENTAL APPROACH, IN THE SUGAR INDUSTRY “14 DE JULIO”, CUBA

David Antonio Fonet-Cabrera¹

E-mail: dfonet@nauta.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4006-5047>

José David Fonet-Batista²

E-mail: josedavidfonetbatista@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6727-0995>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

² Empresa de Servicios Portuarios del Centro. Cienfuegos. Cuba.

Suggested Citation (APA, seventh edition)

Fonet-Cabrera, D. A., & Fonet-Batista, J. D. (2023). Gestión de procesos con enfoque ambiental en la industria azucarera “14 de Julio”, Cuba. *Revista Episteme & Praxis*, 1(3), 29-40.

RESUMEN

Históricamente la industria azucarera fue el pilar de la economía de Cuba, a partir de los años 80 del pasado siglo sufrió importantes cambios debido a múltiples causas por lo que en el año 2002 se inició su reestructuración a fin de detener el decrecimiento de la producción de azúcar crudo y sus derivados, sustituir importaciones y desarrollar bienes y servicios exportables. La gestión por procesos enfocada hacia la gestión ambiental deviene herramienta esencial para reorganizar el sector en aras de mejorar eficiencia, productividad, competitividad y calidad. Se realiza este estudio exploratorio descriptivo con diseño no experimental, utilizando métodos del nivel teórico (analítico-sintético) para el análisis bibliográfico y métodos empíricos (entrevistas no estructuradas, revisión documental y observación); con el objetivo de caracterizar los procesos productivos del Central "14 de Julio" de Cienfuegos e identificar falencias ambientales. Se presentan seis resultados: caracterización del proceso clave producción de azúcar, caracterización del proceso de apoyo generación de energía, definición del modelo de desplazamiento de la caña de azúcar, determinación cualitativa del tipo de producción, clasificación del sistema productivo del Central y clasificación de la estructura espacial de la planta productiva.

Palabras clave:

Gestión ambiental, gestión de procesos, mapeo de procesos, industria azucarera.

ABSTRACT

Historically, the sugar industry was the pillar of the Cuban economy, from the 80s of the last century it underwent important changes due to multiple causes, which is why its restructuring began in 2002 in order to stop the decrease in the production of raw sugar and its derivatives, substitute imports and develop exportable goods and services. Process management focused on environmental management becomes an essential tool to reorganize the sector in order to improve efficiency, productivity, competitiveness and quality. This descriptive exploratory study is carried out with a non-experimental design, using theoretical level methods (analytical-synthetic) for bibliographic analysis and empirical methods (unstructured interviews, documentary review and observation); with the objective of characterizing the productive processes of the "14 de Julio" Power Plant in Cienfuegos and identifying environmental shortcomings. Six results are presented: characterization of the key sugar production process, characterization of the power generation support process, definition of the sugarcane displacement model, qualitative determination of the type of production, classification of the production system of the Power Plant, and classification of the spatial structure of the production plant.

Keywords:

Environmental management, process management, process mapping, sugar industry.

INTRODUCCIÓN

La industria azucarera constituyó históricamente el sector principal de la economía de Cuba, según la investigación de Velarde Martínez (2023), pueden definirse periodos de tiempo que marcan los vaivenes del desarrollo de la producción de azúcar crudo, con énfasis en el año 1960, cuando se produce la ruptura de relaciones económicas y políticas entre el Gobierno cubano y el de los Estados Unidos de América y este último país redistribuye la cuota de mercado azucarero correspondiente a Cuba a otros países de América Latina y el Caribe.

La producción de azúcar crudo cubano es asimilada por la entonces Unión Soviética, cuestión a que a juicio del mencionado Velarde Martínez (2023), promueve un nuevo orden en la industria azucarera global, y a escala nacional, fomenta la innovación tecnológica (con las limitaciones propias de país subdesarrollado) y al mismo tiempo, deviene soporte fundamental para obtener recursos destinados a desarrollar proyectos socio-económicos, con lo cual la industria azucarera asumió un rol determinante en las políticas económicas y planes de desarrollo social de la época.

Sin embargo, a partir de los años 80 del pasado siglo, el contexto en el cual se desarrolla la industria azucarera cubana sufre importantes cambios a causa del colapso del denominado campo socialista y la posterior disolución de la Unión Soviética (Arias Guevara & Pupo, 2023), acontecimientos políticos que al decir de Velarde Martínez (2023), coinciden con otros sucesos económicos, como la caída de los precios del azúcar de caña y la desaparición de mercados tradicionales, así como la aparición de la industria de edulcorantes artificiales (jarabe de maíz, sacarina y aspartamo).

La conjunción de todos estos acontecimientos *“abrieron una puerta a una nueva y convulsa etapa de reorganización productiva, cuyas consecuencias se extienden hasta los primeros decenios del siglo XXI”* (Velarde Martínez, 2023, p. 7). En este y en el actual contexto, las organizaciones fueron impulsadas a readaptar su gestión y reorientarse a las nuevas demandas de los clientes, a partir de la mejora de sus procesos y la colaboración con todas las partes interesadas (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

Producto de esta reorganización, en el año 2002 se inició la restructuración de la industria azucarera en Cuba (De Pedro, 2022), con ella se implementaron en el país una serie de medidas que impactaron en la transformación del modelo de producción agro-industrial, las relaciones entre actores y la sociedad en general (Arias Guevara & Leyva, 2019), medidas que, dado el carácter centralizado de la llamada reconversión azucarera, anulaban iniciativas y esfuerzos locales por mantener una industria tradicionalmente identitaria (Arias Guevara & Pupo, 2023).

Parafraseando a De Pedro (2022), la consecuencia económica más notable de la restructuración de la industria azucarera en Cuba, es la declinación de los volúmenes de producción de azúcar crudo y presumiblemente de sus derivados (mieles finales, alcohol, cera de caña, bio-estimulantes, etc.). En la Tabla 1 se exponen algunos datos ilustrativos al respecto.

Tabla 1. Caña molida para azúcar y producción de azúcar crudo desde el 2018 al 2023.

Indicadores	UM	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
Caña molida para azúcar	MMt	16.1	13.2	N d	10.2	N d
Producción de azúcar crudo	Mt	1 327,1	1 183,8	500	470	455

El Gobierno cubano ha tomado en cuenta esta situación, considerando que desde el propio año 2002 el precio promedio anual del azúcar ha aumentado casi un 150 %; lo cual explica por sí solo la importancia de la industria azucarera para la economía nacional y para la sustitución de importaciones, principalmente las de alimentos, a través del incremento de la producción y el desarrollo de nuevos bienes y servicios de calidad exportable (De Pedro, 2022).

También se ha considerado la importancia de implementar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promulgados en el año 2015 por la Organización de Naciones Unidas (ONU): lo cual se refleja en el *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social al 2030*, se contempla la mejora de la agroindustria azucarera y la producción de azúcar y sus derivados, este documento toma como guía los Lineamientos números: 163, 168, 173 y 174 (Política Agroindustrial) de la correspondiente política económica y social para el período 2016-2021, la conceptualización del modelo económico y social de desarrollo (Cuba. Ministerio de Economía y Planificación, 2020).

La mejora de la agroindustria azucarera y la producción de azúcar y sus derivados, responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) números: 2, 3, 8, 12, 13 y 14 y sus correspondientes metas y se relaciona con el Macro programa número 2: *Transformación Productiva e Inserción Internacional y el Programa nacional: Desarrollo agroindustrial y seguridad alimentaria*.

Debe resaltarse que el conjunto de medidas para mejorar la agroindustria azucarera también se articula con la política para el Desarrollo Territorial formulada para impulsar el desarrollo de cada territorio, a partir de las directrices de alcance nacional, sin embargo no se plantean acciones expresas relacionadas con la gestión de procesos con un enfoque ambiental, como herramientas que mejora de la gestión de recursos, la eficiencia energética (Jiménez Borges et al., 2020); la captación y aprovechamiento de nuevas tecnologías (Bustamante Jáuregui, 2022); y otras direccionadas a mejorar la eficiencia, la productividad, la calidad (Viteri et al., 2022), y agregar valor (De Pedro, 2022); atributos que aportan innegables ventajas competitivas a la producción de azúcar y derivados.

En este sentido, el modelo de desarrollo de cada territorio se plantea como alternativa viable al actual modelo de desarrollo, cuyo éxito depende de robustecer las capacidades de los diversos actores locales (instituciones gubernamentales nacionales y territoriales, organizaciones no gubernamentales, universidades, gobiernos provinciales y municipales, etc.), para gestionar de forma descentralizada toda la gama de políticas públicas, estrategias y proyectos (Cuba. Ministerio de Economía y Planificación, 2020). En el caso de la agroindustria azucarera, se enfatiza en la mejora de la gestión de recursos, la reconversión energética, la introducción de nuevas tecnologías y otras acciones enfocadas en mejorar la eficiencia, la productividad, la competitividad, la calidad (Viteri et al., 2022; Bustamante Jáuregui, 2022), y agregar valor a la producción de azúcar y derivados (De Pedro, 2022).

Desde el punto de vista administrativo, la agroindustria azucarera cubana es gestionada por la Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) denominada AZCUBA, grupo empresarial que no se subordina a ningún ministerio, aglutinando 56 empresas agroindustriales azucareras, 1 empresa cañera, 13 empresas de apoyo (investigación, servicios, comercial, logística, proyectos, etc.), y el Centro Nacional de Capacitación Azucarera, conocido por sus siglas CNCA (De Pedro, 2022).

De acuerdo a Vila Pérez (2020), en la provincia de Cienfuegos el grupo empresarial AZCUBA posee la Empresa Azucarera Cienfuegos, cuya misión es la producción de azúcar y derivados de la caña, la generación de energía eléctrica y la producción de alimento animal; para llevar a cabo esta misión se compone de 10 Unidades Empresariales de Base (UEB) y una unidad de Derivados, dependencias que se relacionan estrechamente con representaciones locales de empresas nacionales tales como: la Empresa de Servicios Técnicos Industriales (ZETI), Transportaciones y Servicios a la Mecanización (TRANZMEC), la Empresa de Servicios a la Agroindustria Azucarera (ESAZUCAR), la Agencia de la Empresa de Logística (AZUMAT), la Empresa de Ingeniería y Proyectos

Azucareros (IPROYAZ) y la Empresa Comercializadora del Azúcar, (TECNOAZUCAR).

Al grupo empresarial AZCUBA se adscriben todos los centrales azucareros del país, con el objetivo de mantener y perfeccionar la producción de azúcar y sus derivados bajo los nuevos retos y enfoques en el contexto del nuevo modelo económico, los Lineamientos de la Política Económica y Social del PCC y del necesario perfeccionamiento empresarial. En este contexto es de vital importancia el desarrollo de la gestión por procesos como elemento esencial en el empeño de reorganizar el sector en la búsqueda de la mejora en la gestión de recursos, la reconversión energética, la introducción de nuevas tecnologías y otras acciones enfocadas en mejorar la eficiencia, la productividad, la competitividad, la calidad (Viteri et al., 2022; Bustamante Jáuregui, 2022), y agregar valor a la producción de azúcar y derivados (De Pedro, 2022).

Para consolidar el éxito de la restructuración de la industria azucarera en Cuba (De Pedro, 2022); puede ser útil una potente herramienta: la gestión de procesos, la cual puede integrar dialécticamente el bagaje teórico-práctico de disciplinas relacionadas con la gestión de empresas, entre ellas: la administración, la planificación, el plan de negocio, los estudios de factibilidad, la gestión de riesgos y otras, que tienden a facilitar la toma de decisiones, mediante la selección de la mejor opción posible y la viabilidad de su ejecución (Tamayo et al., 2020). Con este criterio parece coincidir Méndez Gamboa (2022), quien enfatiza que una deficiente gestión de procesos, puede repercutir negativamente en los resultados de las empresas, e incluso influir en los resultados a nivel de un país.

Entonces, parafraseando a Tamayo et al. (2020), la gestión de procesos puede servir de enlace o medio de integración entre la diversidad de actores, territorios y escalas y la mejor utilización de disciplinas como las mencionadas, de esta forma la estructura teórica y las aplicaciones prácticas de la gestión de procesos, puede sacar el máximo provecho a los recursos disponibles y contribuir tanto al crecimiento socio-económico como al mejoramiento de la calidad de vida de la población, a través de programas de gestión ambiental que promuevan prácticas agroecológicas, la economía circular, el agroturismo y otras alternativa para el desarrollo sostenible.

A continuación, se muestran algunas definiciones procedentes del marco teórico, con la intención de vincular los constructos de la restructuración de la industria azucarera en Cuba con la gestión de procesos y la gestión ambiental:

Al respecto, el criterio de Kast (1988), remarca diferencias entre una tarea sencilla y un proceso, destacando que este último es mucho más complejo, abarcador de un *“conjunto de actividades interrelacionadas que*

transforman insumos para el logro de un resultado producto o servicio”. (p. 156)

Para los investigadores Jacobs & Chase (2021) un proceso constituye una forma sistemática de hacer las cosas en una secuencia esencial de pasos, que van desde la concepción original, el diseño, la elaboración y la presentación objetiva del producto o servicio al mercado.

Una definición que permite visualizar la interrelación entre la gestión de procesos y la gestión ambiental es la de desarrollo local, tomado como un proceso substancialmente interno, participativo, innovador y que concilia intereses de los actores, territorios y escalas (Cuba. Ministerio de Economía y Planificación, 2020).

En ambas direcciones Quevedo et al. (2021), se adhieren al criterio que la gestión ambiental puede ser integrada por medio de los procesos naturales y los de producción agrícola, direccionados a asegurar un desarrollo sostenible desde el punto de vista económico y ecológico, que aporten al desarrollo socio económico con justicia social y humanística.

A estas definiciones pueden añadirse a otras elaboraciones conceptuales que han evolucionado manera histórica y dialéctica, todas concordantes al relacionar la gestión de procesos a la gestión de recursos (Tamayo et al., 2020); el uso de fuentes renovables de energía (Jiménez Borges et al., 2020); la innovación tecnológica (Bustamante Jáuregui, 2022; Van Hoof et al., 2022); la planificación (Infante Roblejo & Figueredo Varela, 2021); y otras acciones enfocadas en mejorar la eficiencia, la productividad, la competitividad, la calidad (Viteri et al., 2022; Bustamante Jáuregui, 2022); y agregar valor a la producción de azúcar y derivados (De Pedro, 2022); sin ignorar su enfoque hacia la gestión ambiental (Mateo Burbano et al., 2020; Quevedo et al., 2021).

Los estudios practicados por los mencionados autores, coinciden en acotar que la gestión de procesos es un conjunto de actividades de transformación relacionadas entre sí, estas parten de entradas, (información, recursos, etc.), que son gestionados de manera coordinada e integral para alcanzar resultados planificados (salidas en forma de productos o servicios), cuyos destinatarios son los clientes (internos y/o externos) de cada proceso.

Desde esta perspectiva y parafraseando a Tamayo et al. (2020), la gestión de procesos puede considerarse un sistema cuyos elementos principales son:

- La identificación de los procesos, los diagnósticos y proyecciones claves que se definan por otros instrumentos de planificación.
- La integración y articulación de todos los actores implicados, así como el control de sus resultados.

- La gestión de mejora y transformación de una situación existente a otra deseada que contribuya al desarrollo e impacte en la calidad de vida de la población.

Los propios Tamayo et al. (2020); establecen que el objetivo principal de la gestión de procesos es materializar los objetivos y metas trazados por la organización, proyecto o emprendimiento y su mejora continua en el transcurso del tiempo, lo cual resulta coincidente con los objetivos específicos de la restructuración de la industria azucarera en Cuba y al mismo tiempo, significa una forma de gestión superior.

A pesar de que el proceso de producción de azúcar ha sido objeto de múltiples investigaciones (Velarde Martínez, 2023; Arias Guevara & Pupo, 2023); al parecer éste no ha sido suficientemente documentado desde el enfoque de la gestión de procesos. Desde el punto de vista práctico, la UEB Central Azucarero “14 de Julio” es una de las más productivas del país, con significativos volúmenes de sobrecumplimiento de sus planes de producción, cualidad que la hace atractiva para desarrollar el presente estudio que tiene como objetivo general caracterizar los procesos de producción de azúcar de la UEB Central “14 de Julio” de Cienfuegos e identificar posibles falencias ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio exploratorio descriptivo con diseño no experimental. Se utilizaron métodos del nivel teórico tales como el Analítico-Sintético, para el análisis de la bibliografía sobre la producción azucarera y la gestión por procesos. Entre los métodos empíricos se aplicaron herramientas para la captación de información tales como: entrevistas no estructuradas (Hernández-Sampieri et al., 2014), revisión de documentos y observación directa.

También se utilizaron herramientas propias de la gestión de procesos. La clasificación de los procesos de la UEB Central Azucarero “14 de Julio”, así como sus interrelaciones, se ilustra a través del mapa de procesos. El análisis de las entradas que intervienen en la producción de azúcar y las salidas generadas se realizó mediante el diagrama SIPOC (*supplier-inputs-process-outputs-costumers*).

Para realizar el mapeo de los procesos, se recurre a herramientas para la descripción de procesos productivos, tales como el diagrama de flujo OPERIN (operación-inspección) y el diagrama de flujo OTIDA (operación-transporte-inspección-demora-almacenamiento). La relación entre los subprocesos que tienen lugar dentro de las instalaciones fabriles se muestra en un diagrama de bloques.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales y métodos utilizados en la investigación permiten conocer que los procesos de la UEB Central Azucarero “14 de Julio” se realizan consuetudinariamente

de forma empírica, sin aplicar herramientas de la gestión de procesos y sin realizar una representación gráfica a través del mapeo de los procesos.

Los directivos a quienes se les aplicó las entrevistas no estructuradas concuerdan en la utilidad de estas herramientas para la visualización y la mejor comprensión de estos procesos y la necesidad de extender la experiencia a la actividad agrícola, también concuerdan en la utilidad de la gestión de procesos en la restructuración de la industria azucarera, tanto en la UEB como en otras entidades del grupo empresarial AZCUBA.

Se presentan 6 resultados de forma resumida en los siguientes acápites:

Resultado 1: Caracterización del proceso clave producción de azúcar

La producción de azúcar es un proceso operativo que da cumplimiento a la misión de la UEB Central Azucarero “14 de Julio”. La interrelación entre el proceso estudiado y los demás procesos de la organización se pone de manifiesto en el mapa de procesos (Figura 1).



Figura 1. Mapa de procesos del Central “14 de Julio”.

Con el objetivo de facilitar su estudio, se divide la descripción del proceso en cuatro subprocessos:

- Extracción del jugo de caña.
- Fabricación del azúcar.
- Despacho del azúcar.
- Agotamiento de las mieles.

Esta división toma como base las diferencias tecnológicas y la delimitación de las áreas de ejecución dentro del Central. Además, dicha separación es secuencialmente posible y no interrumpe el flujo de la producción.

Subproceso 1: Extracción del jugo de la caña

El subproceso de extracción del jugo se efectúa en el basculador y la planta moledora, para extraer el jugo de la caña (guarapo) y separar el bagazo resultante. Sus operaciones son mecánicas. A manera de ejemplo en la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo OPERIN del subproceso de extracción del jugo de caña.

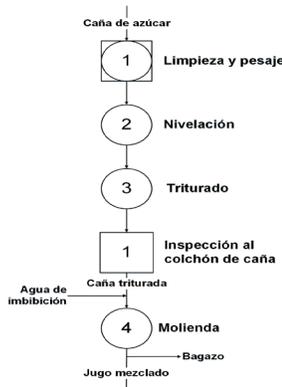


Figura 2. Diagrama de flujo OPERIN del subproceso de extracción del jugo de caña.

Preparación de la caña

La preparación de la caña se lleva a cabo en el basculador, que es el área que recibe mediante camiones y vagones de tren la caña que será procesada. Después de pesar el lote de caña, este se coloca sobre la estera, y es pasado a través de niveladores cuya función consiste en distribuir y en cierto modo nivelar la caña en el conductor. Luego, se somete la caña a la acción de dos juegos de cuchillas picadoras con forma de serrucho movidas por un motor eléctrico que golpean ininterrumpidamente sobre el colchón de caña transportado por la estera. Posteriormente el colchón de caña así preparado, se entrega al primer molino.

Molienda

Esta operación se efectúa en la planta moledora ó tándem, donde el colchón de caña pasa a través de cinco molinos: el primero de ellos es el desmenuzador, el que aplica presión extra sobre la caña mediante un sistema hidráulico para extraer aproximadamente el 60% del jugo, le siguen otros dos molinos que extraen el resto del jugo y dos más que son los que sacan el bagazo residual. Esta operación mecánica es complementada con la imbibición, que consiste en el lavado a contracorriente del colchón de caña con agua a temperatura elevada mientras pasa por los rodillos, produciendo el desplazamiento del jugo contenido en la materia fibrosa de la caña mediante

la osmosis provocada por la diferencia de concentraciones entre el jugo y el agua de imbibición. La cantidad de agua empleada equivale aproximadamente al 47% de la masa de caña. El jugo extraído, mezclado con el agua de imbibición, se recoge en canales localizados al costado de los rodillos y es transportado mediante la acción de bombas, a través de tuberías hacia la casa de calderas. El bagazo resultante, generalmente un 38% de la masa cañera, se entrega a la caldera a través de conductores de bagazo, donde se emplea como combustible.

Subproceso 2: Fabricación del azúcar

El subproceso de fabricación del azúcar se lleva a cabo en la casa de calderas, donde se transforma el jugo de caña en azúcar crudo mediante una serie de operaciones químicas. A manera de ejemplo en la Figura 3 se muestra el diagrama de flujo OPERIN del subproceso de fabricación del azúcar.

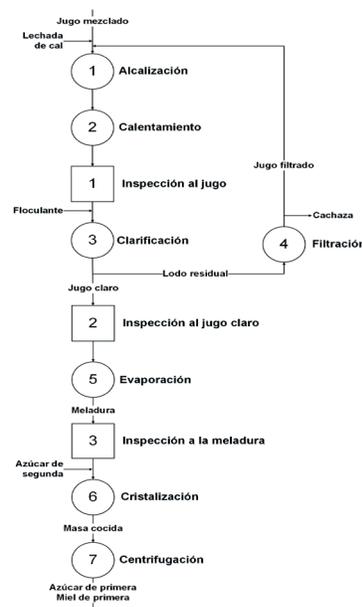


Figura 3. Diagrama de flujo OPERIN del subproceso de fabricación del azúcar.

Alcalización

Consiste en la adición al jugo de lechada de cal para elevar su pH, neutralizando su acidez natural. Esta operación ocurre en el tanque de alcalizar. El estándar de pH considerado óptimo es 5.7.

Calentamiento

El jugo alcalizado se eleva a 106°C aproximadamente, con el objetivo de facilitar las reacciones químicas de purificación que inciden en su composición

Clarificación

La clarificación del jugo se produce por la adición de un polímero floculante (sustancia química que aglutina

sólidos en suspensión una vez efectuada su coagulación), provocando su precipitación, arrastrando así las impurezas hacia el fondo.

Filtración

El jugo remanente sale del clarificador arrastrando las impurezas, por lo que es filtrado en dos filtros al vacío. El jugo filtrado es devuelto al tanque de alcalizar y repite el proceso, mientras que el desecho sólido, conocido como cachaza, es extraído y empleado como fertilizante en las plantaciones cañeras.

Evaporación

Esta operación es la responsable de concentrar el jugo y convertirlo en meladura por la acción del vapor bajo el principio del múltiple efecto, evaporando entre el 70 y el 75 % de toda el agua presente en el jugo clarificado.

Cristalización

La meladura pasa a los tachos donde continúa la evaporación de agua, lo que ocasiona la cristalización del azúcar, ya que al seguir eliminando el agua, se llega a un punto en el cual el azúcar disuelta en la meladura se deposita en forma de cristales de sacarosa. En este momento se añaden semillas (cristales de azúcar de segunda) a fin de que sirvan de base para la formación de los cristales de azúcar. El crecimiento de los cristales continúa hasta que se llena el tacho.

Centrifugación

En esta operación se recibe la masa cocida de los tachos y se acondiciona en las centrifugas para posteriormente someterla a un proceso de centrifugación. De esta forma se separa el azúcar crudo de la miel resultante, la cual pasa a ser agotada. En el caso de las masas comerciales esta separación produce un azúcar de más de 98.0 % de pureza grano con suficiente tamaño, alrededor de 0.65 y 0.80 mm, para que se comercialice; en tanto para el caso de las de agotamiento el azúcar centrifugado se retorna como grano hacia los tachos, pues su tamaño del orden de los 0.25 a 0.40 mm y su pureza inferior al 90.0 % no permiten su comercialización.

Subproceso 3: Despacho del azúcar

Este subproceso se lleva a cabo en el Área de Despacho, donde se determina la cantidad de azúcar producido y se acondiciona para su comercialización. A manera de ejemplo en la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo OPERIN del subproceso de despacho del azúcar.

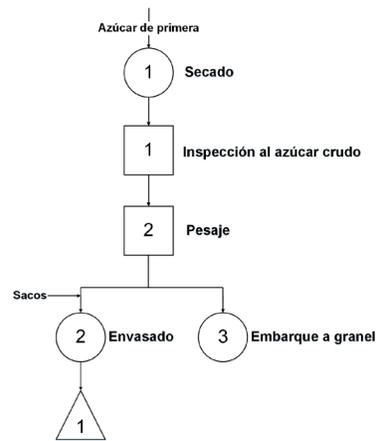


Figura 4. Diagrama de flujo OPERIN del subproceso de despacho del azúcar.

Secado

El azúcar es transportado por conductores de banda mientras se somete a un flujo de aire caliente a contracorriente para reducir la humedad tanto como sea posible.

Pesaje

El azúcar es transportado a través de conductores de banda de gomas hasta la tolva, y tanto ésta como la miel final son pesadas con básculas electrónicas.

Almacenamiento o embarcación

El azúcar es ensacado y depositado en almacén o embarcado a granel en camiones para ser trasladado a la terminal exportadora.

Subproceso 4: Agotamiento de las mieles

Es un subproceso complementario a la producción de azúcar, que permite el máximo aprovechamiento de la miel de primera que queda en la centrifugación. Dicha miel regresa a los tachos donde es reconcentrada, dando lugar a una masa cocida que posteriormente es centrifugada, obteniéndose así azúcar de segunda, que se emplea como semilla en la cristalización del azúcar de primera. La miel de segunda obtenida se cristaliza y centrifuga nuevamente generando azúcar de tercera, que alimenta como semilla la cristalización del azúcar de segunda, y miel final, que es almacenada en dos tanques, para ser comercializada como alimento animal. A manera de ejemplo en la Figura 5 se muestra el diagrama de flujo OPERIN del subproceso de agotamiento de las mieles.

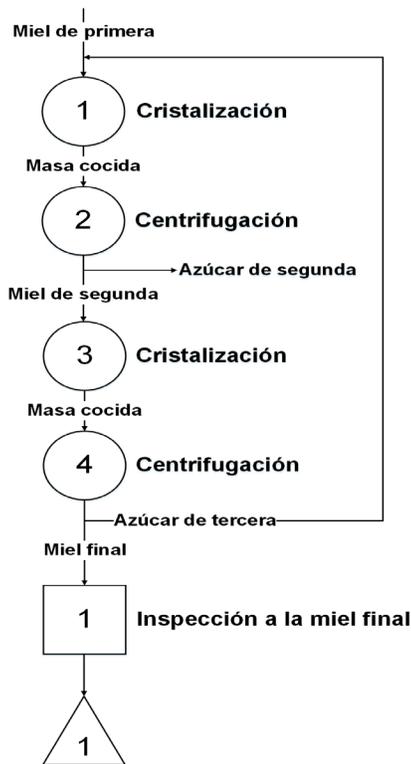


Figura 5. Diagrama de flujo OPERIN del subproceso de agotamiento de las mieles.

Resultado 2: Caracterización del proceso de apoyo generación de energía

La generación de energía es el principal proceso de apoyo a la producción de azúcar porque la mayoría de los equipos que intervienen en este, tanto los vinculados a operaciones productivas como los que transportan los subproductos de dichas operaciones, funcionan con energía eléctrica. De igual forma, los equipos de la casa de calderas (calentadores, evaporadores, tachos y cristalizadores) trabajan con la energía calorífica proporcionada por el vapor de agua. Por tal motivo, el Central cuenta con una infraestructura energética autónoma para garantizar la continuidad de su producción.

La generación de energía cuenta con tres subprocesos:

- Tratamiento químico del agua.
- Generación de vapor.
- Generación de energía eléctrica.

A modo de ejemplo en la Figura 6 se muestra los flujos de materia y energía existentes entre los subprocesos involucrados en la producción de azúcar y la generación de energía.

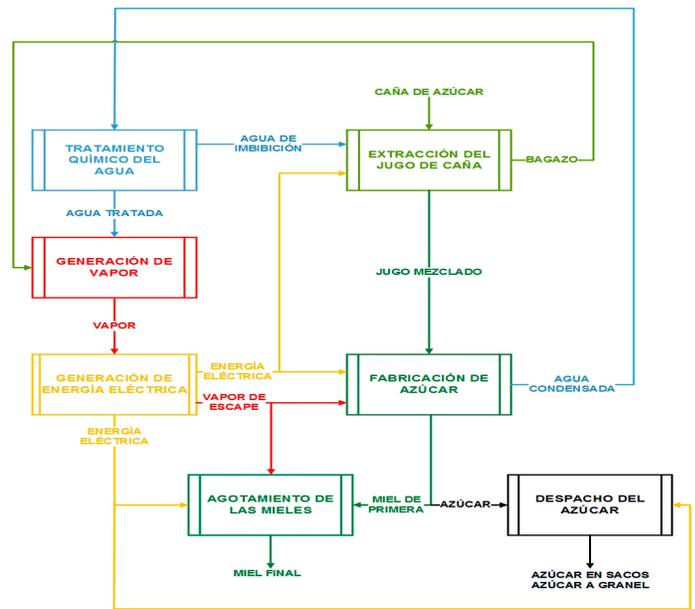


Figura 6. Flujos de materia y energía entre los subprocesos que conforman la Producción de Azúcar y los de la Generación de Energía.

Resultado 3: Modelo de desplazamiento del objeto de trabajo en la producción de azúcar

Los aspectos característicos del sistema productivo, que centran los resultados que se muestran en lo adelante se sustentan en la compilación realizada por Torres & Urquiaga (2007).

El proceso producción de azúcar en el Central presenta un modelo combinado de desplazamiento del objeto de trabajo, que sufre transformaciones físico-químicas radicales durante su trayecto.

En las operaciones del basculador y la planta moledora, el objeto de trabajo es la caña de azúcar, que se desplaza de acuerdo al modelo paralelo dado el gran volumen de materia prima procesado, por lo que la caña es trabajada (primero nivelada, luego triturada y después molida) mientras se transporta a través de los equipos y puestos de trabajo de esta área. Al salir de la molienda el objeto de trabajo ha sufrido su primer cambio radical, dado que esta operación entrega a la casa de calderas el componente líquido de la caña (el jugo o guarapo), mientras que su componente sólido (el bagazo) sale del proceso.

En las operaciones siguientes, el jugo es purificado (alcalizado, calentado y clarificado) y concentrado (evaporado) mientras fluye continuamente por los equipos correspondientes a cada operación, siguiendo un modelo paralelo de desplazamiento. A continuación, la meladura resultante de la evaporación pasa a los tachos, donde ocurre su cristalización, que es la operación de mayor duración del proceso, por lo que la masa resultante pasa completamente al área de centrifugado siguiendo un

modelo consecutivo, lo que provoca que el tacho quede vacío. En la operación de centrifugado ocurre la última transformación radical del objeto de trabajo, pues se separa la parte sólida de la masa (el azúcar) de su parte líquida (la miel resultante), que pasa a ser agotada. Finalmente, el azúcar es secado mientras se traslada en una cinta transportadora al área de despacho, por lo que culmina su recorrido con un modelo paralelo.

Resultado 4: Determinación cualitativa del tipo de producción

Esta clasificación se realiza atendiendo a los siguientes criterios:

- Variedad de productos: El Central solo fabrica azúcar crudo (medido en toneladas y producido a gran escala), que puede ser de tres tipos: azúcar de primera, azúcar de segunda y azúcar de tercera. También se aprovechan algunos desechos del proceso productivo (como el bagazo y la cachaza) y derivados del azúcar como la miel final.
- Variedad de materias primas y materiales: La materia prima fundamental del proceso es la caña de azúcar, aunque durante la producción entran otros componentes como el agua y los reactivos que se le añaden al jugo (como la lechada de cal y los floculantes).
- Operaciones en la fabricación: Son esencialmente constantes en aras de mantener el flujo de producción deseado.
- Máquinas y herramientas: Toda la maquinaria del Central es pesada, estando cada equipo especializado en su operación correspondiente. Estas máquinas son automáticas y semiautomáticas.
- Calificación de los obreros: Los operarios están capacitados para el manejo, ajuste, supervisión y control de los equipos, tarea realizada a través de terminales interactivos como paneles electrónicos, palancas y válvulas, e instrumentos de medición como termómetros y manómetros.
- Costo de producción: Los costos de preparación, acondicionamiento y mantenimiento del Central durante el tiempo muerto superan los costos de producción durante el tiempo de zafra.
- De acuerdo con lo anterior, la producción del Central se clasifica como producción masiva, debido a que solo se produce azúcar, en grandes cantidades y de forma prácticamente ininterrumpida mientras dure la zafra.

Resultado 5: Clasificación del sistema productivo del Central

De acuerdo a la relación Productor-Consumidor:

En este aspecto, este es un sistema con entrega directa, porque la producción terminada tiene un destino programado, o sea, que lo que se produce está prácticamente

vendido a la empresa consumidora. También tiene la característica de la producción se entrega de dos formas: con cobertura cuando el azúcar producido es ensacado y almacenado temporalmente a la espera de su recogida por parte del comprador, y sin cobertura cuando el azúcar producido es embarcado directamente desde la tolva en camiones pertenecientes a la entidad compradora.

De acuerdo a la forma de ejecutar la producción:

La producción de azúcar se efectúa por ritmo durante el período de cosecha de la caña, llamado zafra, cuya duración es variable en dependencia de las condiciones climáticas. En el Central Azucarero la producción no está programada a cantidad fija, porque el volumen de azúcar producido no sólo depende de la cantidad de caña procesada, también influyen otros factores como la variedad de caña utilizada y la destreza y exactitud con que se lleven a cabo las operaciones del proceso. No obstante, sí es posible programar la producción a frecuencia fija, realizándose el proceso prácticamente de forma ininterrumpida, pues el Central no detiene su producción mientras dure la zafra.

Elementos a optimizar:

Duración del ciclo productivo: Se requiere que las operaciones se sincronicen de forma tal que se garantice la continuidad de la producción.

Utilización de las materias primas: Para garantizar el óptimo aprovechamiento de la caña de azúcar, esta es triturada antes de pasar a los molinos. También es lavada con agua a altas temperaturas durante la molienda, para extraer la mayor cantidad de jugo posible.

Resultado 6: Clasificación de la estructura espacial de la planta productiva

La estructura espacial del Central puede clasificarse como una estructura mixta, pues posee características del tipo de estructura tecnológica y de estructura por artículo. Sus máquinas están distribuidas por áreas de acuerdo a sus características técnicas: los equipos mecánicos (niveladores, cuchillas rotatorias y molinos) se concentran en el basculador y la planta moledora, así como en el área de centrifugado (en el caso de las centrifugas). Los equipos de acción química están presentes en la casa de calderas, específicamente en el área de purificación (tanque de alcalización, calentadores y el clarificador) y en el área de concentración y cristalización (evaporadores, tachos y cristalizadores).

Esta distribución es propia de una estructura tecnológica. Al mismo tiempo, las máquinas se suceden de forma ordenada, siguiendo la secuencia de las operaciones del proceso, de modo que la caña de azúcar entra por un lado de la instalación, y sigue su camino a través de esta hasta salir por el otro lado transformada en azúcar. Por

tanto, las máquinas también están instaladas de acuerdo a una estructura por artículo.

CONCLUSIONES

La gestión de procesos y la gestión ambiental pueden ser herramientas que contribuyan a los esfuerzos en la reestructuración de la industria azucarera en general y en áreas específicas como: la gestión de recursos financieros, materiales y humanos, el uso racional de fuentes de energía, la innovación tecnológica, la planificación y otras enfocadas en mejorar la eficiencia, la productividad, la competitividad, la calidad y agregar valor a la producción de azúcar y derivados. El mapeo de los procesos facilita la visualización y la mejor comprensión de estos a través de su representación gráfica.

El proceso producción de azúcar en la UEB Central Azucarero "14 de Julio" se caracteriza por su complejidad tecnológica, por lo que se divide en cuatro subprocesos, atendiendo a que la infraestructura tecnológica del Central presenta características mixtas (integra elementos de la estructura tecnológica y la estructura por artículo), el modelo combinado de desplazamiento a través de las instalaciones productivas con las consecuentes transformaciones físicas y químicas de la caña de azúcar y la estrecha relación entre este proceso clave y el de apoyo generación de energía, la cual se materializa en el flujo constante y cíclico de materia y energía entre ambos procesos. Sin embargo, en ninguno de ellos se delinea expresamente acciones propias de la y la gestión ambiental.

Aunque la producción de azúcar ha sido objeto de varias investigaciones, es susceptible a realizar investigaciones desde el enfoque de la gestión de procesos y la gestión ambiental que aporten a la reestructuración de la industria azucarera.

Los resultados obtenidos en la investigación constituyen un punto de partida para otros estudios relacionados con la mejora de procesos en la UEB Central Azucarero "14 de Julio"; también pueden ser extendidos a la actividad agrícola de esta unidad, como a otras entidades del grupo empresarial AZCUBA en la provincia de Cienfuegos y fuera de ella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Guevara, M. A., & Leyva, A. (2019). Cuba: Transformación agraria, cooperación agrícola y dinámicas sociales. *Ciências Sociais Unisinos*, 55(1), 86-96.
- Arias Guevara, M. de los A., & Pupo, A. (2023). Experiencias sobre la reconversión de la agroindustria azucarera en Cuba: Narrativas sobre la muerte de un linaje. *Americanía: Revista de Estudios Latinoamericanos*, (16), 210-239.
- Bustamante Jáuregui, I.D. (2022). Nueva metodología orientada a la mejora de procesos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 3030-3056.
- Cuba. Ministerio de Economía y Planificación. (2020). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social al 2030*. MEP.
- De Pedro, L. (2022). *Azúcar en Cuba. Ficha Sector*. ICEX España Exportación e Inversiones - Oficina Económica y Comercial de España en La Habana.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ª Edición. McGraw-Hill.
- Infante Roblejo, R., & Figueredo Varela, C. (2021). Procedimiento para el pronóstico del tiempo perdido en la industria azucarera cubana. *Universidad y Sociedad*, 13(2), 119-133
- Jacobs, R., & Chase, F. (2021). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros* (15 Ed.). McGraw - Hill Interamericana.
- Jiménez Borges, R., Valdés López, A., Díaz Marcos, D., & Rabassa D. (2020). Análisis energético para la combustión de bagazo en un central azucarero. *Revista Cubana de Ingeniería*, 11(3), 43-53.
- Kast, E. (1988). Administración en las organizaciones, enfoque de sistemas y de contingencias. Editorial McGraw - Hill Interamericana de México, S.A.
- Mateo Burbano, I.E., Vite Cevallos, H., & Carvajal Romero, H. (2020). Agroturismo como alternativa para el desarrollo socioeconómico de la Parroquia Río Bonito. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 138-144.
- Méndez Gamboa, S.N. (2022). *Propuesta de mejora de gestión por procesos para optimizar los procesos en la empresa Julmen Contratistas Generales SRL, Trujillo 2022*. (Tesis de Grado en Ingeniería Industrial). Universidad Privada del Norte.
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Liderazgo empresarial durante la crisis de la COVID-19, Análisis de las actividades de las Organizaciones Empresariales durante la pandemia de COVID-19 y siguientes pasos*. Oficina Internacional del Trabajo.
- Quevedo, Y., Portela, L.I., Mata, M.C. & Cabrera, E.N. (2021). Sostenibilidad de cadenas productivas: precisiones teóricas. *Universidad y Sociedad*, 1 3(6), 461-470.
- Tamayo, M., González, D., Mata M., Fonet, J.D., & Cabrera, E. (2020). *La gestión de riesgos: Herramienta estratégica de gestión empresarial*. Editorial Universo Sur.

- Van Hoof, B., Núñez, G., & De Miguel, C. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Velarde Martínez, L.F. (2023). *La reorganización del moderno sistema de producción del azúcar norte-latinoamericano y caribeño*. (Tesis de Doctorado). Centro de Investigaciones y Estudios en Antropología Social.
- Vila Pérez, O.L. (2020). Sistema de medidas para contribuir al incremento de la población económicamente activa en el sector de la industria azucarera de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 8-16.
- Viteri, G., Romero, A., & Mendieta, C. (2022). Modelo de gestión por procesos y mejora continua. *Cienciamatrima*. 8(3), 1131-1152.