

Planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar

Operational planning of the industrial process of sugar production

Lic. Rubén Guillermo Pellicer-Durán, pellicer@uo.edu.cu; Dr. Cs. Ramón Rodríguez-Betancourt, rbb@uo.edu.cu; Dra. C Graciela Castellanos-Pallerols, gcp@uo.edu.cu

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

La presente investigación forma parte del proyecto universitario denominado “Introducción y generalización de sistemas informáticos para el perfeccionamiento de la planificación corriente en UEB seleccionadas de la provincia Santiago de Cuba y Guantánamo”.se desarrolla en el marco del proceso de redimensionamiento de la industria azucarera cubana. El objetivo del artículo es proponer un procedimiento para perfeccionar la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar en la Unidad Empresarial de Base (UEB) central azucarero “Paquito Rosales”, soportada por un sistema informático. Esta acción minimiza las brechas existentes entre los valores planificados con los reales obtenidos, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos existentes, lo cual influye en el mejoramiento de los niveles de recobrado en la entidad objeto de análisis.

Palabras clave: planificación, producción de azúcar, industria, recobrado.

Abstract

This research is part of the university project called “Introduction and generalization of computer systems for the improvement of current planning in UEB selected from the province of Santiago de Cuba and Guantánamo”. This study is carried out inside the process that is taking place in order to redesign the Cuban sugar industry. This research is aimed as a principal objective is the use of the economic-mathematic model, for the improvement of the sugar production at the operative industrial planification process. Has like a principal objective the propose of a improvement procedure to the operative planification of the sugar production industrial process in the UEB Paquito Rosales, supported by an informatic system. This action minimizethe existences differences between the planificated values whit the real obtained of the commercial sugar values, on the bases of the existent resources, which has influence in the improvement of the economic-techniques indicators levels at the analysis object entity.

Keywords: planning, sugar production, industry, recovered.

Introducción

Según el Manual analítico de control unificado para la producción de azúcar, en el año 1960 se intervinieron los centrales azucareros privados. A partir de 1962 y hasta la década de 1990, la producción azucarera produjo un promedio de cinco millones de toneladas (t) de azúcar. Los rendimientos agrícolas (peso en toneladas de la caña de azúcar cortada) se duplicaron, desempeñando un papel significativo el aseguramiento de los insumos productivos agrícolas e industrial y toda una serie de medidas que estimularon a los productores de la agroindustria azucarera.

La disminución de los recursos disponibles, los bajos niveles de eficiencia fabril, la inestabilidad laboral y problemas de carácter organizacional tras el derrumbe del campo socialista, provocaron sucesivas caídas en los volúmenes productivos entre 1993 y 1995. Asimismo, sufrieron un deterioro creciente los principales indicadores productivos de la industria como la caña molida, el rendimiento industrial y la cantidad de azúcar comercial.

Para 1995 se produjo un pico de descenso productivo, pero ya para la zafra 1995-1996 se observó una reanimación, al alcanzar 4,4 millones de t de azúcar crudo. No obstante, la recuperación del sector no fue completa y para finales de los 90 la producción se encontraba por debajo de los cuatro millones de t.

La Información suministrada por el Departamento de Producción de la Empresa de AZCUBA Santiago de Cuba (noviembre 2017) plantea que la referida provincia contaba hasta el año 2002 con ocho centrales azucareros, con una Norma Potencial de Molido media diaria de caña de 26 105 t, una producción de azúcar promedio de 3 263,12 t y un rendimiento agrícola promedio de 55,6t/ha e industrial de 10,14 %.

El programa de redimensionamiento del sector en la provincia requirió el cierre de los centrales “Rafael Reyes”, “Salvador Rosales”, “Los Reynaldos” y “Chile”, por no cumplir con las exigencias del referido programa. La tabla 1 muestra los resultados promedios obtenidos en los restantes centrales azucareros en el período de 2012-2017.

Tabla 1: Indicadores industriales en los centrales azucareros de Santiago de Cuba (2012-2017)

Indicador Empresas	Aprovechamiento de la norma potencial (%)	Días reales de zafra	Azúcar crudo físico(t)	Rendimiento base 96 (%)	Costo pesos/t
Paquito Rosales	63	115	97 848	9,48	289,58
Julio Antonio Mella	54	125	155 247	9,07	324,71
América Libre	65	107	94 781	10,35	315,65
Dos Ríos	62	117	162814	8,44	312,96

Fuente: MINAZ (2005)

La Dirección de la Delegación Provincial del Grupo Empresarial AZCUBA (2015) ha realizado un análisis con vista a mejorar el proceso de planificación operativa actual. Para ello ha seleccionado una muestra a conveniencia para un central de mediana capacidad (UEB central azucarero “Paquito Rosales”) y uno de alta capacidad (UEB central azucarero “Julio Antonio Mella”).

Como se aprecia en la tabla anterior, ambos centrales escogidos evidencian problemas en cuanto a los diferentes indicadores. No obstante, el primero, a pesar de contar con una capacidad de molida menor que el segundo, demuestra una ligera eficiencia en sus indicadores técnico-económicos.

Lo anterior estimuló el incremento al máximo de la producción de azúcar desde sus tres fases: la fase agrícola (preparación de la tierra, atenciones culturales y cosecha); la fase agroindustrial (tiro o transporte de la caña cortada contenida en los cañaverales hacia los centros de recepción y finalmente hacia los basculadores de la industria) y, por último, la fase industrial que tiene como objetivo extraer la mayor cantidad de azúcar teniendo en cuenta la materia prima que entra a la industria y sus características.

Cada una de estas fases presentan en las condiciones de la producción de azúcar problemas que impactan, de forma desfavorable, en el producto final, es decir, en la primera fase los rendimientos agrícolas no son los esperados debido al mal manejo de la estrategia de corte de la caña. Esto provoca desfase y altos costos en la cosecha.

El problema de la fase agroindustrial está relacionado con el tiempo que reposa la caña en los campos, de superar las 36 horas luego de ser cortada la frescura de la misma se afecta y esto compromete la calidad del tallo, debido a que el jugo contenido se convierte en materiales no cristalizables. La tercera y última fase presenta problemas en cuanto a la selección de un adecuado balance de materiales para cada combinación de brix (sólidos solubles en azúcares) y pureza (porcentaje de sacarosa dentro del brix) de la meladura sin desatender los elementos tecnológicos de la industria azucarera cubana.

La evaluación realizada en la Empresa Azucarera Santiago de Cuba de conjunto con un diagnóstico de esta investigación permitió confirmar que se carece de un proceso sistémico, secuencial y sistemático de la planificación operativa de la producción de azúcar en los centrales azucareros de la mencionada provincia. Por tanto, el objetivo de la investigación es proponer un procedimiento para perfeccionar la planificación operativa del proceso industrial de producción en la entidad objeto de análisis, mediante un sistema informático.

La improvisación y el empirismo es para los productores su principal método de trabajo, esto no está exento de afectaciones para el tratamiento del proceso de planificación operativa de la producción de azúcar desde un enfoque científico. Lo anterior contextualiza en lo fundamental por la incidencia que ello ejerce en el comportamiento de los indicadores técnico-económicos que posibilitan su perfeccionamiento, teniendo en cuenta los preceptos que en el orden metodológico, teórico y práctico los sustenta.

Fundamentación teórica

Descripción resumida del procedimiento

Se parte de conceptualizar algunas variantes del significado de procedimiento y sus requisitos, en tal sentido, se considera (<http://www.definicion.org/procedimiento>):

- Sucesión cronológica de operaciones concatenadas entre sí, que constituyen una unidad de función para la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación. Todo procedimiento involucra actividades y tareas del personal, determinación de tiempos, de métodos de trabajo y de control para lograr el cabal, oportuno y eficiente desarrollo de las operaciones.
- Un procedimiento es el modo de succionar determinadas relaciones que suelen realizarse de la misma forma, con una serie común de pasos claramente definidos,

que permiten desarrollar una ocupación, trabajo, investigación, o estudio; se puede aplicar a cualquier empresa.

En los documentos del antiguo Ministerio del Azúcar (MINAZ, 2005, 2008, 2010) existen referencias de dos procedimientos para la planificación operativa del proceso de producción de azúcar mediante el método antiguo y moderno de las tres masas cocidas. No obstante, no se ha encontrado manifestación que explicita y resuma los principios, requisitos y condicionantes del referido procedimiento, por lo que estos se deducen y concretan, tal y como sigue:

Principios del procedimiento:

- Personal directivo y ejecutivo comprometido con la mejora continua de los procesos objetos de estudio.
- Disponibilidad de métodos, metodologías, técnicas para el tratamiento de la planificación operativa en la industria azucarera y su relación con el nivel de eficiencia técnico-económica.

Requerimientos del procedimiento:

- Representa la sucesión de eventos para la realización de un fin; comprendidos en etapas, pasos, tareas y técnicas.
- Recoge las bases y los criterios para su correcta adaptación y ejecución.
- Requiere la iniciación, desarrollo, ajuste y culminación de sus etapas.
- Se rige por principios de unidad, ordenación, registro, oficialización, comprobación y control de las etapas que lo conforman.

El proceso industrial de producción de azúcar es un proceso complejo y su éxito obedece al nivel de recobrado que la fábrica obtenga. Esto depende de un conjunto de factores presentes en todo el proceso de producción, para cuyo éxito se proponen los siguientes pasos que conforman un procedimiento, expresado en el siguiente diagrama 1.

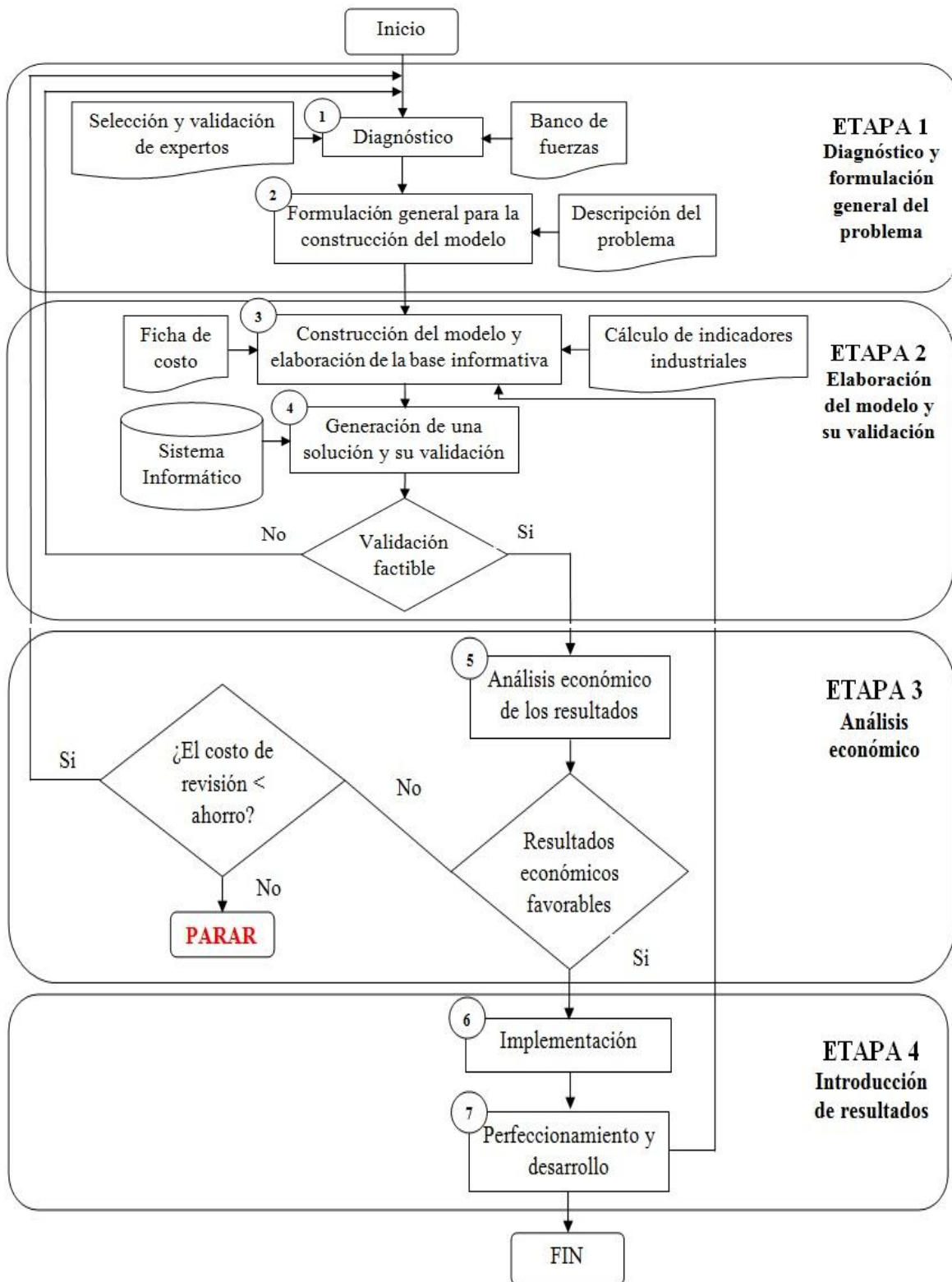


Figura 1: Diagrama de flujo para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar

El diagrama de flujo para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar recoge, de manera convencional, los pasos organizados por cuatro etapas para la realización de las actividades en función del cumplimiento de las metas trazadas en general y la salida del problema planteado en lo singular. Por su rigor y exigencia, desempeña un rol metodológico encaminado a perfilar algunos aspectos claves relacionados con la planificación con nuevos enfoques, análisis, mediciones y evaluaciones en cada uno de sus pasos. Destaca, además, la interrelación existente entre los mismos, la posibilidad de retroalimentación, así como las alternativas ante diferentes situaciones con el objeto de proporcionar resultados factibles para las empresas azucareras.

Resultados y discusión

La etapa de prueba y corrección de la solución comprendió diferentes fechas, del 1 de diciembre 2016 al 30 de junio 2017, de acuerdo con la dirección de la industria, teniendo en cuenta la estabilidad de molida en ese periodo. El reporte de salida brindado por el Sistema Informático para la Planificación Operativa (SIPLA) para el día 15 de mayo del 2017 para un intervalo de $0 \leq \lambda \leq 0,29549$ se presenta en la figura 2.

REPORTE RESUMIDO DE LA SOLUCIÓN DEL 15 DE MAYO DEL 2017 (ZAFRA 2016-2017) DE LA UEB CENTRAL AZUCARERO "PAQUITO ROSALES"	
MATERIALES	Valor de la solución (t)
Toneladas de meladura a suministrar al tacho 1	205,6897
Toneladas de meladura a suministrar al tacho 2	159,2147
Toneladas de meladura a suministrar al tacho 3	48,65
Toneladas de semilla de tipo 1	115,30
Toneladas de semilla de tipo 2	116,27
Toneladas de mc en la templa 1	252,37
Toneladas de mc en la templa 2	255,21
Toneladas de mc en la templa 3	0
Toneladas de miel de tipo 1	0
Toneladas de miel de tipo 2	0
Toneladas de miel de tipo 3	248,01
Toneladas de azúcar de tipo 3	0
Toneladas de azúcar de tipo 2	73,6441
Toneladas de azúcar de tipo 1	100,9496
TONELADAS DE AZÚCAR COMERCIAL	174,5937

Figura 2: Reporte de salida para el día 15 de mayo del 2017 (SIPLA)

La figura 2 indica las toneladas de meladura a suministrar a los tachos por tipos, lo que conduce a obtener a nivel de planificación operativa 174,59 toneladas de azúcar comercial para el día que se analiza.

La estación de tachos representa el subproceso que impide un aumento en los niveles de producción pues la holgura en los tachos 1 y 2 es igual a cero. La tabla 2 muestra dicha observación dentro del proceso tecnológico:

Tabla 2: Holguras en el proceso tecnológico por orden cuantitativo

Subprocesos	UM	Holguras
Capacidad en el tacho 1	t	0
Capacidad en el tacho 2	t	0
Plan diario de azúcar	t	33,4
Capacidad en el tacho 3	t	131,88
Capacidad de la centrífuga 3	t	144
Capacidad para molinos	t	176,89
Capacidad de la centrífuga 2	t	188,95
Capacidad de la centrífuga 1	t	229,85
Restricción de costo	\$	38 604,63

El indicador económico representado por la restricción de costo presenta una variable de holgura de \$ 38 604,63, lo cual significa que el presupuesto de gastos puede disminuir aproximadamente en el valor de esa variable. La variable de holgura asociada al tercer tacho es de 24,75 t de MC, lo que representa alrededor de 11 t de azúcar que el central deja de percibir por las limitadas capacidades de los tachos 1 y 2.

El comportamiento de los niveles planificados, así como el análisis de los valores reales con respecto a los que el modelo brinda, teniendo en cuenta las mismas combinaciones de brix y pureza de la meladura por tipos y la utilización de los recursos disponibles en la entidad objeto de análisis para los 14 días de zafra se presenta en la siguiente tabla 3.

Tabla 3: Análisis de la aplicación del SIPLA en 21 días de la zafra 2016-2017

Zafra 2016-2017	Brix (%)	Pureza (%)	Plan (t)	Real (t)	Diferencia Real-Plan (t)	Modelo (t)	Diferencia Modelo-Real (t)
1/12/2016	60	80	48,71	63,48	14,77	66,14	2,66
17/12/2016	58	80	94,46	82,4	(12,06)	85,6	3,2
3/01/2017	58	84	135,78	124,35	(11,43)	125,1	0,75
18/01/2017	62	80	165,6	142,63	(22,97)	146,21	3,58
02/02/2017	59	83	154,9	161,2	6,3	163,08	1,88
09/02/2017	58	81	161,24	153,69	(7,55)	156,78	3,09
05/03/2017	60	84	167,41	175,1	7,69	178,08	2,98
19/03/2017	61	83	159,2	145,21	(13,99)	146,41	1,2
13/04/2017	62	81	186,47	174,04	(12,43)	176,69	2,65
20/04/2017	62	80	161,23	172,08	10,85	173,04	0,96
06/05/2017	58	80	160,4	152,7	(7,7)	156,8	4,1
15/05/2017	59	83	147,34	172,46	25,12	174,59	2,13
10/06/2017	60	81	143,89	154,12	10,23	157,56	3,44
30/06/2017	59	80	136,25	128,7	(7,55)	130,2	1,5

El análisis de la tabla 3 muestra las brechas entre los valores planificados por la entidad y los reales obtenidos. Como se puede apreciar, las diferencias se expresan en alrededor de un 17 %, tanto por defecto como por exceso, lo que representa una diferencia bajo las mismas condiciones de cumplimiento del plan de 23 t aproximadamente.

Por otro lado, los valores obtenidos garantizan un acercamiento favorable a los valores que realmente se obtuvieron en los días seleccionados, así como la obtención de un promedio de 1,75 t de azúcar comercial por encima del real obtenido.

Conclusiones

1. *La investigación tiene como eje central el diseño de un procedimiento para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar, mediante la modelación económico-matemática, soportada por un sistema informático en la UEB Central Azucarero “Paquito Rosales”.*
2. *El uso del Sistema Informático para la Planificación Operativa (SIPLA), como herramienta de trabajo para los agentes decisores de la industria, permite desde el punto de vista de la planificación, disminuir las brechas entre los valores planificados y los que realmente se obtienen en el central, así como la identificación de cuellos de botellas que impiden el logro de mayores volúmenes de producción de azúcar de caña.*

Referencias bibliográficas

1. Grupo Empresarial AZCUBA (2015). *Manual de operaciones para la producción de azúcar crudo de caña. Dirección tecnológica del Ministerio de Azúcar.* La Habana, Cuba.
2. Ministerio del Azúcar [MINAZ] (2010). *Clarificación de mieles A y B en el CAI Mario Muñoz. Informe Interno. Dirección de crudo.* La Habana, Cuba.
3. Ministerio del Azúcar [MINAZ] (2005). *Manual analítico de control unificado para la producción de azúcar. Departamento de control de la calidad.* La Habana, Cuba.
4. Ministerio del Azúcar [MINAZ] (2008). *Metodología para la implantación del sistema de control de la sobresaturación en las masas de agotamiento en cristalizadores. Informe Interno. Dirección de crudo.* La Habana, Cuba.