

Perfeccionamiento de estimados fabriles en la Unidad Empresarial de Base central azucarero “Paquito Rosales”, de la provincia Santiago de Cuba

Improvement of the Industrial Estimates in the Managerial Unit Base Sugar Station "Paquito Rosales", of the County Santiago de Cuba

MSc. Adriana Cabrera–Milanés^I, adrianac@eco.uo.edu.cu; Dr. Cs. Ramón Rodríguez–Betancourt^{II}, ramonrb@eco.uo.edu.cu

^IUniversidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba; ^{II}Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeralda, Ecuador

Resumen

El sector azucarero cubano ha flexibilizado las herramientas de gestión en el proceso industrial del azúcar de caña, debido a la importancia y necesidad del mejoramiento continuo de las operaciones industriales. Es por ello que la planificación de los indicadores fabriles resulta importante para la realización de producciones eficientes, con el mínimo de costos y gastos. En este sentido, el objetivo general de la investigación es mejorar el proceso de planificación de los indicadores industriales en la etapa de molienda, en la Unidad Empresarial de Base central azucarero “Paquito Rosales” de Santiago de Cuba mediante un modelo econométrico. Los principales resultados muestran una mejora notable en el proceso de planificación, al variar el costo de producción estimado, partida gasto de salario en \$36 684,00, respecto a los valores planificados, en el central objeto de estudio.

Palabras claves: planificación, modelo econométrico, indicadores fabriles.

Abstract

The Cuban sugar industry now has flexible management tools in the manufacturing process of sugar cane, due to the importance and necessity of continuous improvement of industrial operations. Consequently, manufacturing indicators careful planning is important, since it reflects the efficient productions and how the cost and expense are kept at a minimum level. Thus the overall objective of the research is to improve the planning of industrial indicators in the grinding phase at the Managerial Unit Base (MUB) sugar station "Paquito Rosales" in Santiago de Cuba through an econometric model. The main result shows a notable improvement in the planning process, because the estimate cost of production changed notably, \$36 684, 00 in wage expenses compared to planning cost in the sugar factory.

Keywords: planning, econometric model, factories indicators–manufacturing indicators.

Introducción

Desde épocas muy tempranas, el análisis en torno a los costos y la eficiencia general de la industria es tratada por Guerra Sánchez (1970) en su obra “Azúcar y población en las Antillas”, cuando escribió: “Siendo el azúcar un artículo cuya calidad es la misma aproximadamente, la lucha se desarrolla sobre un mismo punto: el precio, y nuestra industria puede esgrimir una sola arma: la reducción del costo de producción”. La industria azucarera cubana ha constituido para el país, a lo largo de la historia, un sector de elevados aportes y los sujetos involucrados en esta, trabajan por el logro de la eficiencia económica.

Debido al incremento del precio del petróleo en el mercado mundial en el primer lustro del siglo XXI, dentro del proceso de redimensionamiento de la industria azucarera cubana se incluyó entre los objetivos estratégicos, afianzar la competitividad del sector azucarero cubano a nivel mundial, mediante tres fases, la fase agrícola, agroindustrial y la fase industrial, incluyéndose dentro de esta última mejorar el proceso fabril, con la premisa de la disminución de los costos fabriles.

En la actualidad, la política económica está orientada a elevar la productividad y efectividad de la producción para asegurar una mayor competitividad en el mercado internacional; se hace, por tanto, necesaria la introducción de métodos científicos que permitan la toma de decisiones en los diferentes procesos de producción. En la fase industrial del proceso de producción de azúcar se debe trabajar en la introducción de técnicas de avanzada que permitan planificar el comportamiento del proceso fabril. En este sentido, es importante señalar el lineamiento 136 de la Política Económica y Social: “...se deberá impulsar la aplicación de la ciencia y la técnica en función del incremento de la producción de alimentos en todos los eslabones de la cadena productiva, disminuyendo los costos de producción...” (PCC, 2011).

La planificación ha constituido una herramienta indispensable en el manejo de la actividad económica desde los primeros años de la Revolución. En el transcurso del tiempo se han realizado modificaciones en la manera de planificar y se han aplicado a todos los sectores de la economía nacional.

En la industria azucarera cubana se ha planificado históricamente el comportamiento de los indicadores físicos-fabriles, sin un basamento científico. Se trabajan sobre

conocimientos empíricos de los operarios y técnicos encargados del proceso fabril. Históricamente, para moler la caña se tiene en cuenta, como norma, que el valor del jugo de la caña sea cercano a 18 % de Brix y superior a 85 % de Pureza; sin embargo, no se tienen en cuenta otras características de la materia prima a moler y cómo afectará esa calidad en los resultados finales del proceso de molienda. Esto limita el pronóstico efectivo de los parámetros del proceso, como la pol¹ jugo mezclado.

Por tal motivo, el país debe trazar estrategias en el sector industrial azucarero mediante la aplicación de la ciencia y la técnica, para propiciar el mejoramiento de la planificación de la producción de alimentos en todos los eslabones de la cadena productiva y disminuir de esta forma los costos de producción y las importaciones. Como consecuencia, el Grupo Empresarial del Azúcar (AZCUBA) debe incrementar la producción de alimento de forma eficiente, con el fin de sustituir las importaciones.

Una de las etapas más importantes del proceso fabril es la molienda; los resultados obtenidos al finalizar el proceso dependen en gran parte de esta. Mientras mayor sea la cantidad de pol que contenga el jugo que sale de los molinos, mejor calidad tendrá el producto final, por lo que es determinante el buen desempeño del proceso de molienda.

Desde el punto de vista económico, Cabrera (2012) plantea que es de gran importancia conocer cuáles serán los posibles resultados de los indicadores fabriles con el objetivo de contribuir en la mejora del proceso productivo, elevar la calidad del producto y mejorar los indicadores económicos. Lo anterior permite un mejor aprovechamiento de las capacidades instaladas para reducir los costos y, específicamente en el proceso de molienda, para lograr una estimación acertada de la cantidad de Pol en el jugo mezclado. Esto es posible desarrollando una correcta planificación del proceso industrial; sin embargo, en el central azucarero “Paquito Rosales” no se tiene en cuenta, pues se presentan limitaciones al delimitar las variables de entrada y salida en las diferentes etapas del proceso industrial; a causa de la utilización de técnicas de planificación basadas en la operatividad.

En este contexto Gómez (2006) considera que “se presentan elevados costos de producción, pérdidas de azúcar que incrementan la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de los indicadores fabriles”. Ello tiene influencia en los bajos niveles en la productividad y eficiencia en la industria.

¹ Pol: contenido de sacarosa en una disolución.

Esto fundamenta el planteamiento de la situación problemática de la investigación en el cual se define como objetivo, perfeccionar el proceso de estimación de los indicadores industriales en la etapa de molienda, en el central azucarero “Paquito Rosales” de Santiago de Cuba. Se emplea las funciones de respuesta basada en la metodología de la econometría; estas son calculadas mediante el sistema informático SICEP v.V. De igual forma, se evaluó la incidencia de la planificación estimada mediante la función de respuesta, en el gasto planificado de salario.

Fundamentación teórica

Se puede afirmar que los pronósticos son el primer paso dentro del proceso de planificación de la producción y estos sirven como punto de partida, no solo para la elaboración de los planes estratégicos, sino además, para el diseño de los planes a mediano y corto plazo, lo cual permite, a las organizaciones, visualizar de manera aproximada los acontecimientos futuros y eliminar, en gran parte, la incertidumbre y reaccionar con rapidez a las condiciones cambiantes con precisión.

Los pronósticos según el procedimiento empleado pueden ser de tipo puramente cualitativo, en aquellos casos en que no se requiere de una abierta manipulación de datos y solo se utiliza el juicio o la intuición de quien pronostica; o puramente cuantitativos, cuando se utilizan procedimientos matemáticos y estadísticos que no requieren los elementos del juicio. Dentro de estos métodos cuantitativos se encuentra la Regresión Múltiple.

Materiales y métodos

Para la estimación de la función de respuesta se transita por las siguientes etapas: descripción general del problema para el planteamiento matemático, planteamiento matemático general, definición de los parámetros, estimación de los parámetros y verificación o inferencia estadística.

Descripción general del problema para el planteamiento matemático

Un estudio preliminar arrojó que el rendimiento de pol jugo mezclado, depende de la materia extraña, frescura de la caña con menos de doce horas, frescura de la caña con más de doce horas y la pureza de la caña. El conocimiento de los expertos y datos históricos, permiten determinar el dato mínimo y máximo de los factores que influyen en el rendimiento. Con estos elementos, en una primera instancia, el problema es

determinar la mejor función de respuesta, la cual permitirá la estimación del rendimiento de pol jugo mezclado; a partir de aquí se toma como base la estimación y se determina el costo de producción planificado para la etapa que se estudia.

Con estos elementos el planteamiento matemático general sería:

Planteamiento matemático general

Variable dependiente:

Y_{ij} - variable dependiente que se desea predecir o estimar (pol jugo mezclado), en la observación i , de la etapa de fabricación j (molienda).

Variables independientes:

X_{1i} - Observación i de la variable independiente X_1 (materia extraña), se determinan partiendo de valores históricos de la misma, se expresa en toneladas.

X_{2i} - Observación i de la variable independiente X_2 (frescura de la caña menos de doce horas) y se determinan partiendo de valores históricos, se expresa en toneladas.

X_{3i} - Observación i de la variable independiente X_3 (frescura de la caña más de doce horas) y se determinan partiendo de valores históricos, se expresa en toneladas.

X_{4i} - Observación i de la variable independiente X_4 (pureza de la caña) y se determinan partiendo de valores históricos, se expresa en porcentaje.

Parámetros:

β_0 - Constante de la función, representa el valor esperado del por ciento de pol jugo mezclado cuando las variables independientes asociada sean cero.

β_1 - Coeficiente asociado a la materia extraña en por ciento (%), representa la variación promedio de pol jugo mezclado por variación unitaria de la variable independiente materia extraña, manteniendo constante el resto de las variables.

β_2 - Coeficiente asociado a la frescura de la caña con menos de doce horas, representa la variación promedio de pol jugo mezclado por variación unitaria de la variable independiente frescura de la caña con menos de doce horas, manteniendo constante el resto de las variables.

β_3 - Coeficiente asociado a la frescura de la caña con más de doce horas, representa la variación promedio de pol jugo mezclado por variación unitaria de la variable

independiente fresca de la caña con más de doce horas, manteniendo constante el resto de las variables.

β_4 - Coeficiente asociado a la pureza de la caña, representa la variación promedio de pol jugo mezclado por variación unitaria de la variable independiente pureza de la caña, manteniendo constante el resto de las variables.

ε - perturbación estocástica, que representa una variable sustitutiva de todas las variables omitidas que puedan afectar a Y_{ij} .

Partiendo de la relación existente entre las variables, se utilizará la función de respuesta siguiente:

$$\text{Lineal: } Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni} + \varepsilon$$

Estimación de los parámetros y verificación o inferencia estadística

Para seleccionar la curva más adecuada se tuvieron en cuenta los siguientes elementos: modelo correctamente especificado, máximo del coeficiente R^2 y error mínimo de estimación.

Se emplearon pruebas paramétricas F. A. Fisher y t de Student para la verificación de la estimación realizada o inferencia estadística, importante pruebas para refutar o confirmar que la muestra proceda de la población a la que se refiere el fenómeno. La prueba F. A. Fisher se efectúa para determinar si hay relación entre las variables independientes y la dependiente, esta mide la significación global de la regresión. Se utiliza la prueba t-student para determinar la significación de cada parámetro de forma individual. Lo anterior significa determinar si los coeficientes estimados obtenidos son estadísticamente distintos de cero con un cierto nivel de confianza. Esta prueba es básica pues la hipótesis básica detrás del modelo de regresión lineal planteado es que la variación de cada una de las variables independientes tiene efecto sobre la variable dependiente.

Se realizan, además, pruebas no paramétricas para comprobar normalidad y homocedasticidad de los residuos. Para la determinación de los estimados se utiliza el sistema SICEP v.V, el cual establece un intervalo de confianza para cada valor encontrado.

Resultados y discusión

Se realizó un caso de estudio en el central azucarero “Paquito Rosales”. Se determinó, por acuerdo entre expertos, como variable dependiente pol jugo mezclado y como variables independientes la materia extraña, fresca menos de doce horas, fresca más de doce horas y pureza de la caña.

Utilizando el análisis histórico de las variables en el período comprendido a la zafra 2014-2015, se determinan los intervalos mínimos y máximos que se muestran en la tabla 1. Esta información se utilizó como dato primario para la determinación de la función de respuesta, cuyos resultados se obtuvieron, mediante el sistema SICEP v.V.

Tabla 1: Intervalos utilizados para la generación de datos aleatorios

Pol del Jugo		Materia		Frescura -12h		Frescura +12h		Pureza de la caña	
Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
9	16	3	25	3	12	12	36	77	86

Valiéndose de las variables seleccionadas, y sus intervalos mínimos y máximos, el sistema SICEP v.V. genera los datos aleatorios para luego determinar la función de respuesta, avalada por los resultados de las pruebas de hipótesis correspondientes, que permitió realizar la estimación de pol jugo mezclado.

La función de respuesta que se logró fue la Lineal (ecuación 1), la misma fue validada por las pruebas de hipótesis realizadas. Lo anterior se refleja en la salida del sistema, tabla 2 y 3.

$$\hat{Y}_i = 7,716411 - 0,14095 X_1 + 0,218770 X_2 - 0,063098 X_3 + 0,079517 X_4 + e_i \quad (1)$$

donde

Y: pol jugo mezclado,

X₁: Materia extraña

X₂: Frescura menos de doce horas

X₃: Frescura más de doce horas

X₄: Pureza de la caña

Tabla 2: Pruebas de hipótesis realizadas

Significación			Homoc.	Normalidad	
Prueba:	--Fisher--		--White--	--- Test K-S ---	
R ²	StdError	Pvalor	Pvalor	Calc	Tabla
0,9978	0,09939	0,0000	0,8363	0,0792	0,0921
Decisión:	Aceptar la curva		Aceptar homocedasticidad.	Aceptar normalidad	

Fuente: SICEP v .V

Tabla 3: Análisis de coeficientes de la función de regresión

Coefficiente	Valor	B Est.	Pvalor	Significación
B0	7,716411		0,0022	Significativo
B1_1	-0,140952	-0,421302	0,0000	Significativo
B1_2	0,218770	0,277271	0,0000	Significativo
B1_3	-0,063098	-0,201140	0,0000	Significativo
B1_4	0,079517	0,105559	0,0169	Significativo

Fuente: SICEP v .V

Interpretación de los coeficientes de regresión

- Si el factor Materia extraña (X_1) aumenta en 1 %, manteniendo constante el resto de los factores (frescura menos de doce horas, frescura más de doce horas, y pureza), el pol jugo mezclado disminuye en 0,140 952 %.
- Si el factor frescura menos de doce horas (X_2) aumenta una tonelada manteniendo constante el resto de los factores (materia extraña, frescura más de doce horas y pureza) el pol jugo mezclado aumenta en 0,218 770 %.
- Si el factor frescura más de doce horas (X_3) aumenta una tonelada manteniendo constante el resto de los factores (materia extraña, frescura menos de doce horas y pureza) la pol jugo mezclado disminuye en 0,063 098 %.
- Si el factor pureza (X_4) aumenta 1 % manteniendo constante el resto de los factores (materia extraña, frescura menos de doce horas y frescura más de doce horas) la pol jugo mezclado aumenta en 0,076 174 %.
- Para el factor β_0 se obtendrá de pol jugo mezclado 7,716 411 %, cuando no haya influencia de los demás factores (materia extraña, frescura menos de doce horas, frescura más de doce horas y pureza).

Importancia de los coeficientes según beta estandarizado

Debido a que los datos iniciales presentan diferentes medidas se utilizó el B-estandarizado (tabla 3) para determinar cuáles de los coeficientes hallados tiene mayor influencia en el pol jugo mezclado. El resultado fue el siguiente:

- Un cambio en la desviación estándar de la materia extraña, provoca un impacto relativo en el modelo del valor de 0,421 302 %.
- Un cambio en la desviación estándar de la frescura menos de 12 horas, provoca un impacto relativo en el modelo del valor de 0,277 271 %.
- Un cambio en la desviación estándar de la frescura más de 12 horas, provoca un impacto relativo en el modelo del valor de 0,201 140 %.
- Un cambio en la desviación estándar de la pureza del jugo mezclado, provoca un impacto relativo en el modelo del valor de 0,105 559 %.

De todos los coeficientes estandarizados el que tiene mayor impacto significativo sobre el modelo es el asociado a la materia extraña. El central azucarero “Paquito Rosales” debe trazar una estrategia de monitoreo y control a esta variable, pues en la medida que la caña de azúcar contenga mayor proporción de materia extraña, el trabajo en el área de extracción debe realizarse con la mayor calidad requerida.

Efectividad de método empleado. Ejecución de la planificación y evaluación del impacto económico-fabril

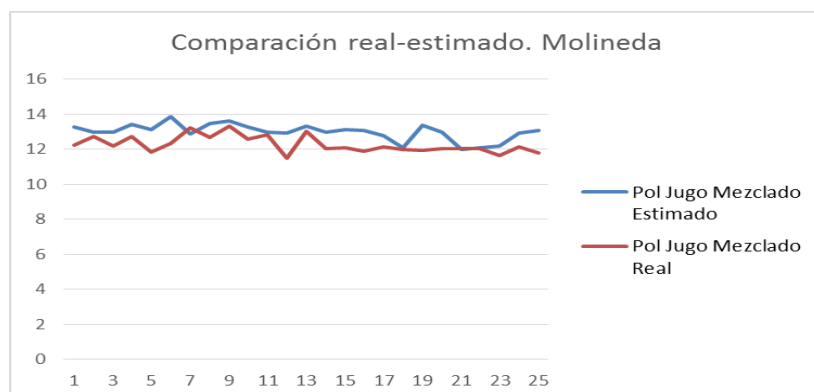


Gráfico 1: Datos estimados de pol jugo mezclado con respecto al real
Fuente: Elaboración por los autores

La planificación se realizó utilizando la función de respuesta lineal seleccionada, para la estimación de los valores de la pol jugo mezclado del mes de enero, zafra 2014-2015. En el gráfico 1 se muestran los valores estimados y reales correspondientes a enero de 2015. La diferencia entre dichos valores son pocos significativos.

El conocimiento del pol jugo estimado permite determinar la cuantía de las toneladas de azúcar estimadas y compararlo con los valores reales y planificados por el central, para el mes de enero de 2015, tabla 4.

Tabla 4: Impacto fabril del estimado de pol en jugo con respecto al real

Fecha	(1)	Unidad de medida	Valores
Pol en jugo estimado por la función de respuesta	(2)	(%)	13,04
Estimado de azúcar por la función	(3)	(t)	5 896
Pol en jugo planificado por la fábrica	(4)	(%)	12,02
Plan de azúcar de la fábrica	(5)	(t)	5 624
Pol real Azúcar producido	(6)	(%)	12,08
Azúcar Real producido	(7)	(t)	5 771
Diferencia (6)-(4)	(8)	(%)	0,78
Diferencia (2)-(6)	(9)	(%)	0,24
Diferencia (5)-(3)	(10)	(t)	272

Fuente: Informe de zafra mes de enero del 2015

De acuerdo a los resultados anteriores de la fila 2, de la tabla 4, se comprueba que los datos estimados de pol jugo mezclado mediante la función de respuesta, están más próximos a los valores reales alcanzados (tabla 4, fila 9). Con el dato de la pol estimada se pudo determinar las toneladas estimadas de producción de azúcar, ascendiente a 5 896 toneladas, dicho valor se encuentra más próximo al valor real, detectándose una diferencia de 125 toneladas. De igual forma, se evidencia un pol planificado por la fábrica de 12,02 %, el cual representa 5 624 toneladas de azúcar, que al compararlo con los valores reales varían en 147 toneladas. Esto significa que el central planificó 272 toneladas, menos que las estimadas por la función de respuesta.

Tabla 5: Gasto de salario planificado y estimado

Enero 2014		Unidad de medida	
		(t)	
(1)	Estimado de azúcar por la función respuesta	(t)	5 896,00
(2)	Gasto de salario estimado	(\$)	291 312,00
(3)	Plan de azúcar	(t)	5 624,00
(4)	Gasto de salario planificado	(\$)	254 628, 00
(5)	Azúcar real	(t)	5 771,00
(6)	Gasto salario real	(\$)	271 974,00
(7)	Diferencia gasto planificado y estimado	(\$)	36 684,00
(8)	Diferencia gasto estimado y real	(\$)	19 337,5
(9)	Diferencia gasto planificado y real	(\$)	17 346,5

Fuente: Informe de zafra mes de enero del 2015

Con los datos de las filas 2 y 3 (tabla 4), se calculó la partida gasto estimado de salario ascendente a \$ 291 312,00 (tabla 5, fila 2), teniendo en consideración los coeficientes de salarios, aprobados por el Grupo AZCUBA (\$ 44,00 y \$ 15,50). El central planificó moler 57 397 toneladas de caña en el mes de enero², con un monto de gasto de salario ascendente a \$254 628,00 (tabla 5, fila 4). Esto muestra que el central planificó gasto de salario, por debajo de lo estimado por la función de respuesta, por un valor de \$ 36 684,00 (tabla 5, fila 7); a su vez se demuestra que el estimado del gasto de salario realizado, se comporta más cercano a los valores reales obtenidos para una diferencia de \$19 337,5 (tabla 5, fila 8). Con este estudio se demuestra la importancia de la mejora de la planificación en el proceso de molienda, que tiene como principal objetivo la estimación de pol jugo mezclado, lo que posibilita la cuantificación más exacta de los costos fijos planificados.

² Informe de zafra mes de enero del 2015.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- 1. Los estimados de pol jugo mezclado obtenidos mediante técnicas econométricas, a partir de las variables independientes: materia extraña, pureza de la caña, frescura menos y más de doce horas, demuestran que se encuentran más cercanos a los valores reales que los valores planificados por el central azucarero “Paquito Rosales”.*
- 2. La producción de azúcar está estrechamente relacionada con la determinación del gasto de salario, por lo que se determinó que el central planificó gasto de salario, por debajo de lo estimado por la función de respuesta, por un valor de \$ 36 684,00.*

Referencias bibliográficas

1. Cabrera Milanés, Adriana. (2012). “Procedimiento Estadístico-Económico para el control del proceso productivo en el central azucarero «Paquito Rosales»”. (Tesis inédita en opción al título de Máster en Contabilidad). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
2. Partido Comunista de Cuba. (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. VI Congreso del PCC.
3. Colectivo de autores. (enero de 2015). Informe de zafra de la Unidad Empresarial de Base central azucarero Paquito Rosales.
4. Gómez Avilés, Bismayda. (2006). “Procedimiento para la mejora de la calidad del proceso industrial cubano de la caña de azúcar”. (Tesis inédita en opción al título de Docto en Ciencia Técnicas), Universidad José Martí Pérez, Sancti Spíritus, Cuba.
5. Guerra Sánchez, Ramiro. (1970). *Azúcar y Población en las Antillas*. (Segunda edición). La Habana: Editorial Ciencias Sociales.