

Análisis de indicadores de eficiencia productiva y perspectivas de la industria azucarera en Santiago de Cuba

Analysis of indicators of productive efficiency and perspectives of the sugar industry in Santiago de Cuba

Lic. Yenila Cala-Jústiz; ycala@uo.edu.cu; Dr. C. Ulises Pacheco-Feria; upacheco@uo.edu.cu; Marisol Sánchez-Jiménez, lazoporta76@gmail.com

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad la evaluación de los indicadores de eficiencia productiva que determinaron la dinámica de la producción azucarera local en el período 2007-2018. Para concretar dicho objetivo se analizó el comportamiento de los indicadores de eficiencia productiva: Rendimiento Industrial (RI); Días de Zafra Promedio (DZ); Costos de Producción Unitarios (CP); Caña Molida para la producción de azúcar (CM); y Tiempo Perdido (TP). Exponiéndose los bajos niveles de eficiencia de estos indicadores y un decrecimiento promedio anual de la producción azucarera de un 5,3 %. Igualmente se cuantificó la relación entre los indicadores CP, DZ y RI y la producción de azúcar. Resultando el RI, la variable de mayor impacto sobre la producción de azúcar. Se proyectaron los volúmenes de producción para las zafra 2019 y 2020, sugiriéndose direccionar la producción hacia la satisfacción de la demanda interna y la potenciación de los encadenamientos productivos.

Palabras clave: producción de azúcar, eficiencia productiva, rendimiento industrial, modelos econométricos.

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the productive efficiency indicators that determined the dynamics of local sugar production in the period 2007-2018. To achieve this objective, the behavior of the productive efficiency indicators was analyzed: Industrial Performance (IP); Average Harvests Days (HD); Unit Production Costs (PC); Ground Cane for sugar production (GC); and Lost Time (LT). Exposing the low efficiency levels of these indicators and an average annual decrease in sugar production of 5.3%. The relationship between PC, HD and IP indicators and sugar production was also quantified. Resulting the IP, the variable with the greatest impact on sugar production. The production volumes for the 2019 and 2020 harvests were projected, suggesting to direct production towards satisfying internal demand and enhancing production chains.

Key words: sugar production, productive efficiency, industrial yield of sugar cane, econometric models.

Introducción

En Cuba, el azúcar no solo es parte indisoluble de nuestra identidad nacional y de nuestras tradiciones agrícolas; sino que, por más de dos siglos, constituyó el eje de la vida económica del país y que en la actualidad deviene como un producto estratégico.

Por tal motivo, la política agroindustrial vigente en el país reconoce la necesidad de continuar incrementando la eficiencia agrícola e industrial del sector, asegurar el cumplimiento de los programas de producción de caña de azúcar, la modernización del equipamiento y mejoría del aprovechamiento de la capacidad de molida (PCC, 2017).

El colapso de la Unión Soviética y del Campo Socialista tuvo un impacto devastador sobre la agroindustria cañera y la economía cubana en general. El deterioro de sus indicadores principales durante los noventa, la caída de los precios del azúcar en el mercado mundial y los cambios en la competitividad de Cuba en el mercado internacional dieron paso, en 2002, a la implementación de un programa de redimensionamiento del sector conocido como la “Tarea Álvaro Reynoso” (TAR).

La TAR se propone mejorar la competitividad y la eficiencia de la producción de caña de azúcar y azúcar crudo, aumentar la producción de alimentos mediante la diversificación agrícola e industrial, y desarrollar y fomentar una agricultura sostenible, apoyada en el conocimiento y el desarrollo del capital humano.

“Para lograr este propósito, se basa en cuatro objetivos estratégicos... El tercer objetivo dispone reducir el sector industrial a 71 centrales azucareros, con una meta de rendimiento industrial de 12%, zafras más cortas (entre 90 y 100 días efectivos) y costos de producción entre 60 y 96 USD por tonelada de azúcar” (González-Corzo, Nova González, Peña Castellanos, & Sulcora Domínguez, 2015).

No obstante, en el período 2002-2007, a cinco años del comienzo del redimensionamiento del sector, la producción nacional de azúcar crudo base 96 se redujo en un 66,8 por ciento, los días promedio de zafra alcanzaron las 113 jornadas, el rendimiento industrial promedio fue de 10,1 por ciento, y los costos de producción aún continuaban siendo relativamente altos.

Para finales de este período, Santiago de Cuba no estuvo ajena a esta realidad. La situación del sector azucarero en la provincia podía clasificarse como compleja pues presentó un decrecimiento de un 53,45 por ciento en los volúmenes de producción del crudo e indicadores de eficiencia productiva como los días de zafra promediaban los 134 días, el rendimiento industrial fue de 9,1 por ciento y los costos de producción crecieron un 109,7 por ciento respecto a la campaña anterior. Valores desfavorables y lejanos de los que perseguía la nueva política de la agroindustria cañera.

Ante este escenario, y a más de quince años del inicio de la implementación de la reestructuración del sector azucarero en el país, se justifica el objetivo de esta investigación para: evaluar los indicadores de eficiencia productiva en el período que determinan el comportamiento de la producción de azúcar en el territorio.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La eficiencia económica es una condición en que se obtiene un nivel de output (salidas o productos) con la menor cantidad de insumos posibles, por una asignación óptima de factores, y la remuneración se realiza con arreglo al aporte, ordenándose los mercados para facilitar el consumo.

Dicha definición engloba los tres tipos de eficiencia esenciales para definir el fenómeno: la eficiencia productiva, asignativa y distributiva. No obstante, respondiendo al objetivo de la investigación los autores se enfocan en el concepto de eficiencia productiva.

La eficiencia productiva es el concepto más general de eficiencia: la condición en que se obtiene un nivel de output con la menor cantidad de insumos posibles. Koopmans, T.C. (1951) la relaciona fundamentalmente con la combinación de recursos y productos que hace imposible incrementar cualquier producto o reducir cualquier recurso, sin reducir la cantidad obtenida de otro producto o aumentar la cantidad consumida de otro recurso. Por tal razón los factores determinantes a considerar son: la producción, el costo, el rendimiento y la productividad.

Disímiles autores relacionan el concepto de productividad con el de eficiencia productiva (Lovell, Grosskopf, & Diewert, 1993), siendo ésta una de las principales fuentes de crecimiento de la productividad. La eficiencia productiva, en este contexto, se entiende en sentido técnico, es decir, como la maximización del nivel de output dada una cantidad de inputs intermedios utilizados para producir tal output, lo que obviamente contribuye a la maximización del valor añadido generado y, por tanto, al incremento de la productividad. Esta mejora de la productividad servirá para incrementar la capacidad para competir con otras economías en unos mercados cada vez más abiertos y globales. Por tanto, el grado de eficiencia productiva de un país es uno de los factores más relevantes a la hora de inferir, vía mejora de la productividad, la capacidad competitiva; por lo que será relevante su medición con la finalidad de analizar de un modo adecuado el grado de competitividad que pueda alcanzar un sistema económico.

Por otra parte, el término competitividad expresa la necesidad permanente de producir eficientemente bienes y servicios, en un entorno caracterizado por cambios muy dinámicos en la tecnología y en la preferencia de los consumidores. Es un concepto que tiene su génesis en el inicio de las teorías del comercio. Smith (1776) acuñó el término “ventaja absoluta”, mediante el cual calificaba a una nación como aquella que exportaba determinados productos al precio más bajo en el mundo. Por su parte Ricardo (1817), sostenía el principio de la “ventaja comparativa”, mediante el cual señalaba que un país exportaba los productos en los cuales registraba los mayores niveles de productividad relativa, e importaba los productos en los que tenía los menores niveles comparativos de productividad.

Según el enfoque de M. Porter:

... se entiende por competitividad la capacidad que tiene una firma de satisfacer una necesidad revelada en el mercado por parte de los consumidores, de una forma más eficiente en comparación con otra firma que también posee capacidad de satisfacer la misma necesidad. Lo anterior tiene relación con las necesidades presentes; sin embargo, es importante tener en cuenta, que la competitividad existirá en la medida que la firma

sea capaz de adelantarse a una necesidad futura... la competitividad es cómo se ganan partes del mercado, no necesariamente a costa de otros, ya que el mercado se puede ampliar (Catellanos, 2008).

Las empresas cuentan con tres estrategias genéricas para preservar, consolidar y acrecentar las ventajas competitivas en mercados abiertos y no regulados: ¡liderazgo en costos, que se traduce en operar con bajos costos a precios competitivos; diferenciación, que implica generar productos diferenciados que obtengan precios superiores; y enfoque, que es una estrategia que descansa en un panorama de competencia estrecho dentro de un sector industrial. El enfocador selecciona un grupo o segmento del sector industrial y ajusta su estrategia a servirlos con exclusión de otros (Porter, 1990).

La primera de estas estrategias permite afianzar las ventajas competitivas internas, apoyándose en la superioridad de la empresa debido a los costes de fabricación, administración o gestión de producto, lo que le brinda al productor un coste unitario inferior al de sus competidores. Y la segunda de estas tácticas tiende a reforzar las ventajas competitivas externas, las cuales descansan en las cualidades distintivas del producto, que constituyen un valor para el comprador y disminuyen sus costes de uso, o aumentan su rendimiento de uso.

La medición de la competitividad tiene dos dimensiones fundamentales, la micro y la macroeconómica. La dimensión microeconómica establece como factores determinantes la rentabilidad, los costos de producción, la productividad y la cuota de mercado; y la dimensión macroeconómica, está relacionada con el desempeño productivo de los países. La dinámica de indicadores macroeconómicos como el PIB y la balanza de comercio (déficit/superávit), califican la competitividad de un país.

Para M. Porter la productividad es la única medida de la competitividad de una nación: la competitividad se gesta en las empresas y no en los países. Las empresas competitivas al participar del comercio internacional, crean la llamada competitividad nacional. Las empresas más productivas que sus contendientes internacionales, tienden a elevar la productividad media nacional. Una nación más productiva es una nación más competitiva y viceversa (Pacheco, 2011).

Por tanto, una mayor productividad, a largo plazo, eleva el tipo de cambio real y desacelera el sector exportador. En un país económicamente menos avanzado, una industria que logre acercarse a los niveles de productividad de su similar en países desarrollados, tendrá ventajas competitivas basadas en las diferencias nacionales de salarios y consecuentemente, el tipo de cambio real más elevado estimulará al sector exportador.

El azúcar es considerado un producto homogéneo, un *commodity*: un producto tan básico que la industria apenas puede innovar para diferenciarse de sus competidores. Esta condición ha hecho que las ventajas competitivas del sector, desde épocas muy tempranas, hayan girado en torno a los costos y la eficiencia general de la industria. (Guerra, 1927, 126) 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”.

Autores más contemporáneos coinciden con esta concepción y consideran, además, que el llamado “período especial”, refuerza la competitividad del sector sobre la base de los costos y por consiguiente es la estrategia de liderazgo de costos la más viable, en las condiciones de fuertes restricciones materiales y financieras:

La competitividad es una cualidad referente a las empresas. Esta se concibe como una realidad dinámica y comparativa y en las condiciones concretas de Cuba es una exigencia para el sistema empresarial, y en particular para la agro- industria azucarera por su importancia estratégica en el proceso de recuperación económica del país... Debido a las particularidades de las empresas industriales azucareras en lo que a tecnología se refiere, así como a las limitaciones en cuanto a recursos financieros para desarrollar ventajas competitivas externas, las estrategias fundamentales han de centrarse en lograr ventajas internas, específicamente en la reducción de los costos (González & Castellanos, 2000).

Esta perspectiva se hace vigente en la situación actual que presenta la industria azucarera cubana. Por tanto, para Cuba es ineludible el desarrollo de una estrategia que haga posible una producción sostenible, que satisfaga la demanda interna, con costos inferiores a sus competidores y que aporte recursos financieros al país.

Métodos utilizados

Si se tiene en cuenta la calidad y cantidad de los datos obtenidos de la empresa AZCUBA Santiago de Cuba, el análisis de la eficiencia productiva y las perspectivas de la producción de la industria azucarera en la provincia Santiago de Cuba se realizarán partiendo de:

Análisis de los indicadores de eficiencia productiva, en el período seleccionado, mediante la descripción de su comportamiento, la comprobación del cumplimiento del Plan del indicador y otras estadísticos y medidas que permitan resumir y representar la información contenida en ellos.

Análisis de la producción de azúcar teniendo en cuenta la contrastación del cumplimiento de las cifras planeadas del indicador, cómputo de la brecha productiva para la cuantificación de la pérdida/aporte de recursos financieros al evaluarla ante los precios internacionales del dulce; examen de la estadística descriptiva real; así como la representación de la dinámica de crecimiento de la variable.

Evaluación de la capacidad de la producción de azúcar de la provincia Santiago de Cuba para satisfacer la demanda interna del territorio.

Medición del impacto de las variables de eficiencia sobre la producción de azúcar: Uso de la modelación econométrica para hallar una función de respuesta que permita establecer los nexos causales entre las variables independientes y la dependiente y la ponderación de las primeras sobre la variable explicada. Así como la inferencia de los volúmenes de producción para campañas venideras.

Resultados y discusión

El análisis del comportamiento de los indicadores de eficiencia productiva (2007-2018) se apoya en la concepción general que tienen las empresas azucareras, las cuales, a lo

largo de la historia del desarrollo agroindustrial del azúcar en Cuba, han acumulado una rica y valiosa experiencia. En esta investigación los autores se apoyaron en los datos suministrados¹ por la AZCUBA en la provincia, lo que permitió construir las series en el período 2007-2018. El análisis de la eficiencia productiva se realizó a partir de la captación de los siguientes indicadores: Rendimiento Industrial (RI), Días de Zafra Promedio (DZ), Costos de Producción Unitarios (CP), Caña Molida para la producción de azúcar (CM) y Tiempo Perdido (TP).

El RI relaciona la cantidad de azúcar producida con la cantidad de caña molida y se expresa en porcentaje. El examen del comportamiento del RI, en los últimos 12 años, muestra una tendencia decreciente a partir de 2012, alcanzando su nivel más bajo en la zafra de 2018. El RI promedio es de 9,3 por ciento. Sin embargo, esta medida de tendencia central, subestima la consistencia del indicador a lo largo del período.

La **figura 1** muestra la dinámica del RI. La línea discontinua es una media móvil que permite apreciar la alta volatilidad del indicador en el período. Obsérvese que hay continuos cambios de tendencia en la serie, y un decrecimiento acumulado del mismo a partir de 2013. En todo el período el RI decrece un 3,5% anual.

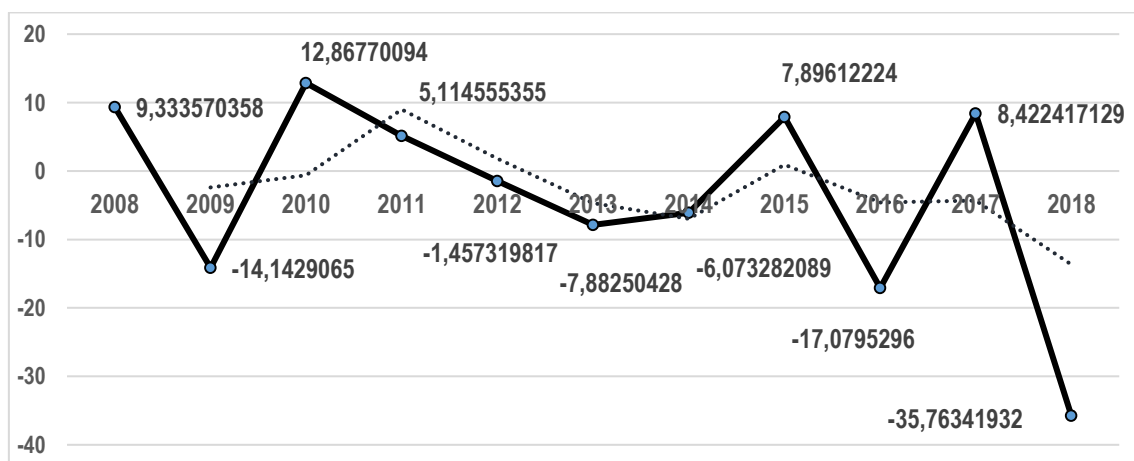


Figura 1. Tasa de Crecimiento del RI en el período 2008-2018.

El indicador DZ promedio muestra una tendencia inestable, con un valor máximo de 171 días y un valor mínimo de 126. Por su parte, el valor promedio alcanzó los 151 días.

El cumplimiento del Plan del indicador DZ es superior al 100 por ciento en todos los años. Esto demuestra que no pudo lograrse un ajuste de la duración de la zafra según el Plan previsto. La prolongación del período de zafra más allá de ciertos límites, es un factor que puede afectar la eficiencia productiva. En épocas anteriores se consideró como tiempo óptimo, zafras de 90 días. La duración de las zafras está muy vinculada con la calidad de la caña y el tiempo perdido tanto en la industria como en la agricultura cañera.

Los CP unitarios se expresan en CUP/TM. Su estructura se ha mantenido muy estable, con un sesgo hacia los costos variables y dentro de estos es el pago de la caña la principal

¹ Debe aclararse que algunos indicadores como el Cumplimiento de la Norma Potencial de Molida y el Recobrado, no se pudieron obtener.

partida del gasto material. La **tabla 1** ilustra el crecimiento de los CP en el período 2007-2018. La misma también exhibe el sistemático crecimiento del Costo Total unitario después de las reformas que se aplicaron en el pago de la caña a partir de 2011. Obsérvese que solo se reportan decrecimiento en dos años sucesivos (2014-2015); en 2016 se aprecia un crecimiento superior al 29 %, lo que subraya la alta volatilidad de los Costos de Producción en el período.

Tabla 1. Estructura y crecimiento de los Costos de Producción.

| Año | COSTO TOTAL CUP/TM | CRECIMIENTO DEL COSTO TOTAL (%) | COSTO FIJO CUP/TM | % | COSTO VARIABLE CUP/TM | % | Pago Caña CUP/TM | % |
|-----------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|-------|-----------------------|-------|------------------|-------|
| 2007 | 846,77 | - | 228,63 | 27 | 618,14 | 73 | 567,34 | 67 |
| 2008 | 729,58 | - | 189,62 | 26 | 539,96 | 74 | 532,59 | 73 |
| 2009 | 791,64 | - | 182,78 | 23 | 608,86 | 77 | 577,90 | 73 |
| 2010 | 828,1 | - | 250,41 | 30 | 577,69 | 70 | 538,27 | 65 |
| 2011 | 1257,93 | 51,91 | 440,28 | 35 | 817,65 | 65 | 754,76 | 60 |
| 2012 | 1269,3 | 0,90 | 418,87 | 30 | 850,43 | 70 | 786,97 | 62 |
| 2013 | 1277,79 | 0,67 | 421,67 | 33 | 856,12 | 67 | 817,79 | 64 |
| 2014 | 1265,21 | -0,98 | 379,56 | 30 | 885,65 | 70 | 847,69 | 67 |
| 2015 | 1222,14 | -3,40 | 378,86 | 31 | 843,28 | 69 | 794,39 | 65 |
| 2016 | 1581,3 | 29,39 | 474,39 | 30 | 1106,91 | 70 | 1027,85 | 65 |
| 2017 | 1818,1 | 14,98 | 563,61 | 31 | 1254,49 | 69 | 1163,58 | 64 |
| 2018 | 1822,4 | 0,24 | 546,72 | 30 | 1275,68 | 70 | 1148,11 | 63 |
| PROMEDIO | 1225,86 | 11,71 | 372,95 | 29,70 | 852,91 | 70,31 | 796,44 | 65,67 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos captados en AZCUBA.

Un elemento a tomar en cuenta es el incumplimiento de los planes de Costos de Producción. Esta situación resulta una regularidad que limita las posibilidades de las empresas de contribuir, con los recursos para la inversión, a la superación de la obsolescencia física y moral de los activos de capital de la industria.

El indicador Caña Molida tiene dos destinos distintos; el primero es la producción de azúcar y el segundo la producción de miel. Dado el propósito de esta investigación el indicador objeto de análisis es Caña Molida para la producción de azúcar. En el período 2007-2018, el indicador CM mostró un valor promedio de 906 557,9167 TM y un cumplimiento promedio de un 91,83 por ciento de las cifras planeadas.

En el análisis estadístico real, el intervalo de confianza destaca la existencia de una gran cantidad de datos extremos: muy cercanos o alejados de los límites superior (1 030 252,7127) e inferior (782 863,1206). Esto apunta a una gran dispersión o volatilidad de la serie. Se puede afirmar que el indicador se torna inestable y siendo la molienda un momento fundamental en el proceso industrial, se infiere que existe una afectación a la eficiencia productiva en el período.

Desde el punto de vista dinámico el indicador CM muestra un decrecimiento en los años 2010, 2012, 2013, 2016 y 2018. Se destacan los decrecimientos en la última etapa, en 2016 y 2018 alcanzaron cifras superiores al 20 por ciento. El decrecimiento promedio anual en todo el período fue de -2,4 por ciento.

El TP es un indicador de eficiencia productiva muy importante en la industria azucarera. El TP total promedio alcanza en el período 46,35 por ciento, con una mayor participación del TP por causas no industriales que participa con un 29,64 por ciento del TP total.

La tendencia que sigue el indicador TP total es a deteriorarse, es decir a crecer en el tiempo; la tasa promedio de crecimiento anual es del 7 %. En los últimos cinco años el indicador acentúa su deterioro con un promedio anual de 48 por ciento, alcanzando su valor máximo, en 2018 con una pérdida del 61,43 por ciento del tiempo total.

Las afectaciones por lluvia parecen tener una mayor influencia en el período promediando un 12,3 por ciento anual. Sin embargo, si sumamos el TP como consecuencia de la Limpieza y el mantenimiento, las interrupciones operativas y las roturas de equipos obtenemos una Pt de 16 por ciento anual en este último quinquenio. Estos factores se pueden asociar a dos problemas que enfrenta la industria azucarera: primero, la organización y disciplina técnico-productiva; segundo, la obsolescencia física y moral de sus activos de capital. El primer problema exige de una mejor gestión de la producción de azúcar; el segundo requiere de inversiones en la planta industrial para su modernización.

Análisis de la producción de azúcar en la provincia Santiago de Cuba (2007-2018)

Para el análisis de la producción de azúcar se tomó en cuenta la producción de azúcar base 96. Esta azúcar se le denomina “cruda” o “prieta” y tiene entre 96 y 98 grado de sacarosa². En promedio el Plan de producción se cumple en un 83 por ciento en todo el período sólo en 2011 se sobrecumplió el mismo. Sin embargo, hay una caída del por ciento de cumplimiento a partir de 2016; en este trienio el Plan se mantuvo por debajo del 70 por ciento de cumplimiento. Lo que se tradujo en una reducción acumulada de la producción por debajo de lo planificado, de 94 705 TM de azúcar.

Al contrastarse los precios internacionales contra azúcar dejada de producir por plan en el período 2007-2018. Se perdieron, en promedio, aproximadamente 7,6 millones de dólares anuales, por concepto de incumplimiento del Plan; destacándose el 2016 donde se combinaron un decrecimiento de la producción de azúcar de -35,9 por ciento con un crecimiento de los precios de 33,8 por ciento. Esto evidencia la poca o casi nula orientación de la producción al mercado y la incapacidad de articular las empresas azucareras al mismo en el período 2007-2018.

El valor medio de la producción en el período es de 85 165,25 TM, con un valor máximo de 124 408 alcanzado en 2008 y un valor mínimo de 37 111 TM en el año 2018.

El crecimiento del indicador es muy inestable, como muestra la **figura 2**. En el período hay cinco años de decrecimiento, destacándose 2018, con una caída del crecimiento de aproximadamente 50 por ciento. En promedio la producción de azúcar decreció a un ritmo del 5,3 por ciento anual.

² En la provincia Santiago de Cuba, el peso de este producto con respecto al azúcar refinado y otros derivados es abrumadoramente superior y determina el desempeño de la industria azucarera, en el territorio.

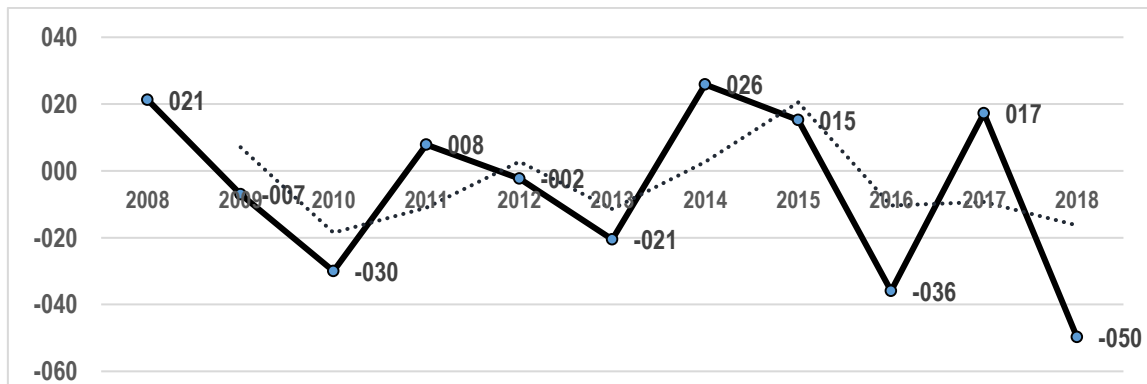


Figura 2. Crecimiento de la producción de azúcar en el período 2008-2018.

Análisis de la demanda de la producción de azúcar de la provincia Santiago de Cuba

Uno de los imperativos de la producción azucarera en el territorio es “satisfacer la demanda de azúcar en el mercado interno con un nivel de eficiencia tal, que haga sostenible la producción y permita sustituir importaciones” (Pacheco, 2011).

La producción de azúcar en el territorio supera el consumo³ hasta 2017. Los distintos niveles de superávit que se obtienen en el período 2007-2017, tienen una tendencia decreciente, es decir que los destinos de consumo productivo y exportaciones se ven comprometidos como consecuencia de la caída de la producción azucarera en la provincia. En 2018 se produce un déficit, la producción no alcanza para cubrir el consumo de 40 kg per cápita anuales, aunque todavía puede cubrir el consumo normado de 32,7 kg.

Al mismo tiempo, el suministro de azúcar al sector secundario (industria manufacturera), reduce el encadenamiento productivo del sector, limitando su influencia en el tejido productivo local.

La caída de la producción y la reducción de la capacidad exportadora de la provincia, tiene una fuerte repercusión en las posibilidades de modernización de las empresas azucareras y por consiguiente limita la inversión productiva y la superación de la obsolescencia física y moral de los activos de capital, única vía para elevar, de manera significativa, la eficiencia productiva de la industria.

Medición del impacto de las variables de eficiencia sobre la producción de azúcar

Se utilizó la modelación econométrica para determinar y cuantificar la relación entre la producción de azúcar y el resto de las variables de eficiencia productiva, anteriormente analizadas. Haciendo posible la estimación de la producción provincial de azúcar base 96 para las zafas 2019 y 2020. A continuación, se exponen a través de pasos sucesivos el procedimiento que se adoptó para desarrollar la modelación.

Presupuestos de la modelación

³ En este caso se asume un consumo normado de 32,7 kg per cápita al año, más un consumo adicional de 7,3 kg, que representaría un consumo total de 40 kg per cápita al año.

Se utilizan modelos lineales tomando en cuenta que, entre variables económicas regularmente, se observan o subyacen relaciones lineales.

En la modelación se emplea el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Se toman en cuenta el período 2007-2018; la conformación de la serie se realiza tomando como fuente los datos reales, suministrados por AZCUBA en el territorio; esta no contaba con los datos de la zafra de 2019. Esto limitó la construcción de una serie que incluyera la zafra que se inició en diciembre de 2018 y terminó en mayo de 2019.

La variable dependiente es la Producción de Azúcar base 96° en TM. Las variables independientes que se identificaron fueron: a) el RI, en por ciento; b) los DZafra Promedio; y c) los CP unitarios, expresados en pesos por TM (CUP/TM).

Presentación de los datos

Los datos de partida se presentan en la **tabla 2**, estos comprenden las series que representan variables de eficiencia con la omisión de algunos importantes indicadores que no se pudieron captar, porque no se encontraban disponibles en la dirección de AZCUBA.

Tabla 2. Datos empleados en la modelación

| AÑO | PRODUCCIÓN DE AZÚCAR BASE 96° TM | RENDIMIENTO INDUSTRIAL (%) | DÍAS DE ZAFRA PROMEDIO | COSTOS DE PRODUCCIÓN (CUP/TM) |
|------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 2007 | 102585 | 9,58 | 145 | 846,77 |
| 2008 | 124408 | 10,48 | 164 | 729,58 |
| 2009 | 115686 | 8,99 | 170 | 791,64 |
| 2010 | 80999 | 10,15 | 126 | 828,1 |
| 2011 | 87361 | 10,67 | 128 | 1257,93 |
| 2012 | 85359 | 10,52 | 132 | 1269,3 |
| 2013 | 67837 | 9,69 | 154 | 1277,79 |
| 2014 | 85377 | 9,58 | 171 | 1265,21 |
| 2015 | 98348 | 9,82 | 157 | 1222,14 |
| 2016 | 63027 | 8,14 | 148 | 1581,3 |
| 2017 | 73885 | 8,83 | 162 | 1818,1 |
| 2018 | 37111 | 12,75 | 151 | 1822,4 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos captados en AZCUBA

Identificación del modelo

La identificación de los modelos se realizó buscando el mejor ajuste de las variables dependiente e independiente⁴. Los modelos identificados fueron el Modelo Lineal y el Logarítmico.

Atendiendo al Akaike info. Criterion y el Schwarz Criterion se seleccionó el modelo doble logarítmico (**tabla 3**) como el más adecuado. El modelo tiene un buen ajuste, con un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0,903$). Esto significa que las variables

⁴ Se tomaron en cuenta para la selección, los estadísticos Akaike info. Criterion y el Schwarz Criterion. Los criterios de Akaike y de Schwarz permiten seleccionar el modelo más adecuado, aislando el efecto que el número de variables independientes puedan tener sobre el coeficiente de determinación (R^2). El criterio establece que entre más pequeño sean los valores de los estadísticos mejor será el modelo.

independientes (RI, DZ y CP) explican el patrón de comportamiento de la variable dependiente (Prod. Azúcar), en un 90 por ciento. La ecuación del modelo es la siguiente:

$$\text{LNAZÚCAR} = 7.022855604 + 1.189359909 \cdot \text{LNRI} + 0.9367672843 \cdot \text{LNDZ} - 0.43151124 \cdot \text{LNCP}$$

Tabla 3. Modelo doble logarítmico

| Dependent Variable: LNAZUCAR | | | | |
|------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Method: Least Squares | | | | |
| Date: 04/29/20 Time: 18:34 | | | | |
| Sample: 2007 2018 | | | | |
| Included observations: 12 | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C | 7.022856 | 2.410365 | 2.913607 | 0.0195 |
| LNRI | 1.189360 | 0.254651 | 4.670549 | 0.0016 |
| LNDZ | 0.936767 | 0.345428 | 2.711900 | 0.0266 |
| LNCP | -0.431511 | 0.134948 | -3.197614 | 0.0127 |
| R-squared | 0.903251 | Mean dependent var | 11.31019 | |
| Adjusted R-squared | 0.866970 | S.D. dependent var | 0.320114 | |
| S.E. of regression | 0.116756 | Akaike info criterion | -1.196253 | |
| Sum squared resid | 0.109056 | Schwarz criterion | -1.034617 | |
| Log likelihood | 11.17752 | F-statistic | 24.89597 | |
| Durbin-Watson stat | 2.155640 | Prob(F-statistic) | 0.000207 | |

El modelo desde el punto de vista teórico es consistente. La variable RI y DZ tienen signo positivo, lo que evidencia una relación directa de las mismas con la variable dependiente. Los CP tienen por el contrario una relación inversa.

La interpretación de esta función es la siguiente: por cada uno por ciento que aumente el RI, la producción de azúcar lo hará en 1,2 por ciento aproximadamente, si el resto de las variables se mantienen constantes. De manera análoga se pueden interpretar la función para el resto de las variables.

Como se puede apreciar la variable de mayor impacto sobre la producción de azúcar es el RI, seguida por los DZ. La variable menos influyente son los CP; por cada un por ciento que aumenten, la producción caerá en 0,43 por ciento. La influencia limitada de los CP puede explicarse por la prioridad que las empresas azucareras le dan al cumplimiento del Plan, subestimando los costos en la gestión. Este resultado, al jerarquizar el impacto de las variables de eficiencia sobre la producción de azúcar, permite orientar mejor la toma de decisiones.

Verificación del modelo

Una vez analizado el modelo, se procedió a la verificación del mismo. Para la prueba Jarque-Bera (**figura 3**) tenemos las siguientes hipótesis:

H₀: los residuos siguen una distribución normal

H₁: los residuos no siguen una distribución normal

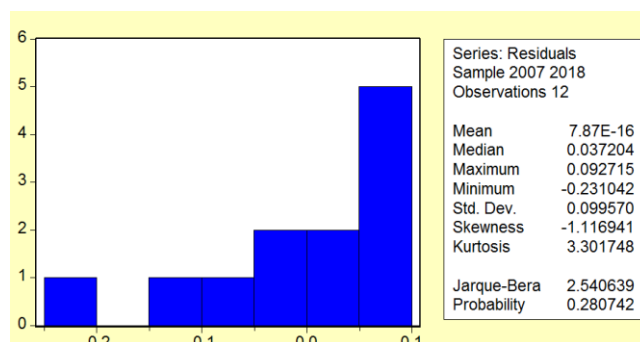


Figura 3. Test jarque-Bera de normalidad de los residuos.

Al ser el valor del estadístico 2,540639 y su probabilidad de 0,280742 mayor que 0,05 ($0,28 > 0,05$) se acepta la hipótesis nula de que los residuos siguen una distribución normal.

La **tabla 4** muestra el test de correlación serial de los residuos. El test Breusch-Godfrey para docimar la correlación serial de los residuos, asume lo siguiente:

H_0 : no hay correlación serial de los residuos.

H_1 : hay correlación serial entre los residuos.

Tabla 4. Test de Correlación serial de los residuos

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

| | | | |
|---------------|----------|-------------|----------|
| F-statistic | 0.304775 | Probability | 0.748063 |
| Obs*R-squared | 1.106673 | Probability | 0.575028 |

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 04/29/20 Time: 21:42

Presample missing value lagged residuals set to zero.

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | 0.520010 | 3.041739 | 0.170958 | 0.8699 |
| LNRI | -0.073535 | 0.312685 | -0.235172 | 0.8219 |
| LNDZ | -0.038149 | 0.420554 | -0.090712 | 0.9307 |
| LNCP | -0.023515 | 0.155129 | -0.151581 | 0.8845 |
| RESID(-1) | -0.178872 | 0.455875 | -0.392370 | 0.7083 |
| RESID(-2) | -0.291117 | 0.408573 | -0.712521 | 0.5029 |
| R-squared | 0.092223 | Mean dependent var | 7.87E-16 | |
| Adjusted R-squared | -0.664258 | S.D. dependent var | 0.099570 | |
| S.E. of regression | 0.128452 | Akaike info criterion | -0.959676 | |
| Sum squared resid | 0.098999 | Schwarz criterion | -0.717222 | |
| Log likelihood | 11.75805 | F-statistic | 0.121910 | |
| Durbin-Watson stat | 2.042566 | Prob(F-statistic) | 0.982244 | |

Como los estadísticos “F” y R^2 igual a 0,304775 y a 1,106673 respectivamente, muestran probabilidades superiores a 0,05; se acepta la hipótesis nula de no existencia de correlación serial entre los residuos. Para verificar que no exista heteroscedasticidad se aplicó el test de White, este permite establecer si la varianza de los residuos es constante (condición de homoscedasticidad).

Para la prueba de White tenemos:

H_0 : los residuos no son heteroscedásticos (existe homoscedasticidad).

H_1 : los residuos son heteroscedásticos (no existe homoscedasticidad).

La **tabla 5** presenta la prueba de White.

Tabla 5. Prueba de heteroscedasticidad de White.

White Heteroskedasticity Test:

| | | | |
|---------------|----------|-------------|----------|
| F-statistic | 0.232998 | Probability | 0.947608 |
| Obs*R-squared | 2.622050 | Probability | 0.854566 |

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 04/30/20 Time: 15:19

Sample: 2007 2018

Included observations: 12

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | -12.35619 | 18.02550 | -0.685484 | 0.5235 |
| LNRI | 0.125493 | 0.810571 | 0.154820 | 0.8830 |
| LNRI^2 | -0.030105 | 0.199536 | -0.150877 | 0.8860 |
| LNDZ | 3.400775 | 7.158434 | 0.475072 | 0.6548 |
| LNDZ^2 | -0.338674 | 0.716816 | -0.472470 | 0.6565 |
| LNCP | 1.057217 | 1.247606 | 0.847397 | 0.4354 |
| LNCP^2 | -0.075330 | 0.089184 | -0.844656 | 0.4368 |
| R-squared | 0.218504 | Mean dependent var | 0.009088 | |
| Adjusted R-squared | -0.719291 | S.D. dependent var | 0.014401 | |
| S.E. of regression | 0.018883 | Akaike info criterion | -4.809926 | |
| Sum squared resid | 0.001783 | Schwarz criterion | -4.527064 | |
| Log likelihood | 35.85956 | F-statistic | 0.232998 | |
| Durbin-Watson stat | 2.354202 | Prob(F-statistic) | 0.947608 | |

Como el valor de los estadísticos de contraste tienen un p-valor (0,854566), superior al cinco por ciento, se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad de los residuos, lo que significa que la varianza de los errores es constante.

Pronóstico y perspectiva de la producción de azúcar en Santiago de Cuba

El pronóstico se realizó como un ejercicio de simulación, otorgándole valores a las variables independientes a partir de criterios de racionalidad económica. Se asumieron valores planificados o reales alcanzados pertenecientes al período 2007-2018.

Para la estimación de 2019 se tomó como valor para el RI el planificado en 2017; este valor sería algo inferior al real que alcanzó la provincia en 2012; mientras que en 2020 se asumió el valor alcanzado en ese año (2012). Se asumió, para ambos años, que los DZ alcanzara el valor del Plan de 2018. Para el CP en 2019 y 2020, se consideró el Plan y Real logrado en 2015, año en que se obtuvo un cumplimiento muy cercano al 100 por ciento. La **tabla 6** recoge los valores de las variables independientes que se tomaron para pronosticar la producción de azúcar en 2019 y 2020.

Tabla 6. Variables independientes empleadas en el pronóstico

| AÑO | RENDIMIENTO INDUSTRIAL (%) | DÍAS DE ZAFRA PROMEDIO | COSTOS DE PRODUCCIÓN UNITARIO DE AZÚCAR (CUP/TM) |
|------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| 2019 | 10,25 | 113 | 1 222,14 |
| 2020 | 10,5 | 113 | 1 164,23 |

Fuente: Elaboración propia

La **figura 5** muestra la producción pronosticada en 2019 y 2020, equivalente a 72 583 y 76 288 TM respectivamente. Las estimaciones de la zafra 2020 apenas rebazarían la producción de 2017. Esto evidencia el poco dinamismo que ha mostrado la producción de azúcar a partir de 2015.

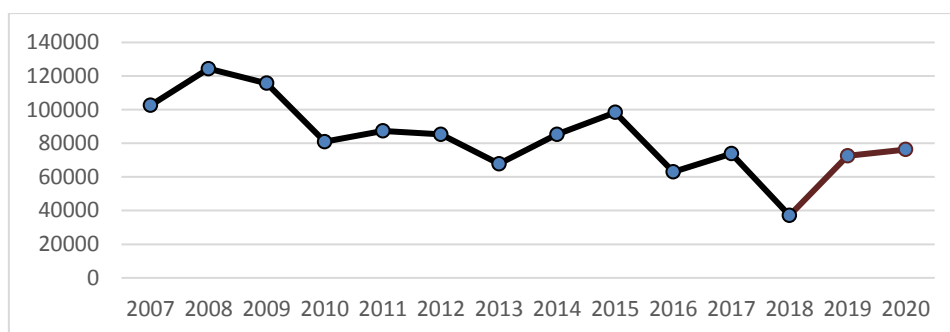


Figura 5. Pronóstico de la producción de azúcar TM en la provincia Stgo. de Cuba.

Hay que señalar que, para lograr estos volúmenes de producción, la provincia tendría que alcanzar indicadores de eficiencia muy altos con relación a su récord histórico. En el caso del RI, no se ha conseguido elevarlo a diez por ciento, en los últimos seis años. En este período el RI tiene un valor promedio de apenas 8,54 por ciento. Los DZ también resultan una meta difícil, el valor más cercano a los 113 días se alcanzó en 2010, cuando la zafra duró 126 días. Los CP cercanos a los 1 222 CUP/TM se alcanzaron en 2015, y de igual manera, exigen de una eficiente gestión por parte de las empresas azucareras del territorio. En síntesis, lograr regresar a los volúmenes de producción de 2017 no es una meta inalcanzable, pero exigirá de altos niveles de eficiencia productiva en la industria azucarera en el territorio.

En la perspectiva resulta poco probable que los excedentes de azúcar puedan ser colocados en el mercado internacional a precios aceptables (que cubran los costos de producción y permitan alcanzar un remanente de utilidad), según lo que se prevee, como resultado de la Pandemia de Covid-19, el mercado tendrá una tendencia a la baja: “La analista de azúcar y biocombustibles Green Pool calcula un superávit mundial de azúcar en la temporada 2020/2021, ya que el avance de la pandemia está mermando el crecimiento de la demanda y la guerra de precios del petróleo alentaría una mayor producción del edulcorante en Brasil.” (Reuters, 2020)

La actual coyuntura tiene un impacto negativo sobre los precios del azúcar:

“Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los precios mundiales de los alimentos bajaron con fuerza en marzo 2020, afectados por un descenso en la demanda relacionada con la pandemia y ante un desplome en los precios del petróleo... En marzo 2020, el índice de precios del azúcar

fue el de mayor caída entre los alimentos con un descenso de un -19,10%. El descenso fue por una reducción en el consumo tras los cierres para contener el coronavirus que se aplicaron en muchos países, y una menor demanda de los productores de etanol por la caída en los precios del crudo.” (FAO, 2020)

En este escenario la industria de la provincia debe orientarse fundamentalmente a cubrir las demandas del mercado interno de azúcar y a emplear los excedentes para ampliar las producciones industriales que requieran del azúcar como materia prima, fortaleciendo de esta forma los encadenamientos del sector con el tejido productivo local.

CONCLUSIONES

1. *La industria azucarera en la provincia Santiago de Cuba, se ha caracterizado en el período 2007-2018 por los bajos niveles de sus indicadores de eficiencia; a saber: Rendimiento Industrial (RI); Días de Zafra Promedio (DZ); Costos de Producción Unitarios (CP); Caña Molida para la producción de azúcar (CM); y Tiempo Perdido (TP).*
2. *La producción de azúcar cruda base 96 muestra una dinámica inestable con un decrecimiento promedio anual de 5,3 por ciento en el período 2007-2018. La caída sistemática de los volúmenes de azúcar ha comprometido la oferta de azúcar para el mercado interno local y la producción de excedentes con destino a la industria y a las exportaciones.*
3. *La modelación de una función econométrica demostró que la variable de mayor impacto sobre la producción de azúcar es el RI, seguida por los DZ. La variable menos influyente son los CP; este resultado, al jerarquizar el impacto de las variables de eficiencia sobre la producción de azúcar, permite orientar mejor la toma de decisiones y conformar el plan de producción de azúcar a partir del pronóstico que se realice, tomando como punto de partida los indicadores de eficiencia planificados.*
4. *En la perspectiva de corto y mediano plazo, la industria azucarera del territorio debe alcanzar niveles de producción superiores a las 72 000 TM, que le permitan satisfacer las demandas del mercado interno y suministrar azúcar como input a la industria con vistas a fortalecer el encadenamiento del sector con el tejido productivo local.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZCUBA Santiago de Cuba (2007-2018). Principales indicadores de la producción cañera de la provincia. *Informe provincial de producción de azúcar e indicadores productivos del sector agroindustrial cañero*, 1-20.
2. Catellanos, M. (2008). Globalización, tecnología, trabajo, empleo y empresa. *La Factoría* (7). Obtenido de www.lafactoriaweb.com el 20 de mayo de 2020

3. FAO. (2 de abril de 2020). *Precios mundiales de los alimentos caen con fuerza en marzo*. Obtenido de Reuters el 23 de mayo de 2020: <https://lta.reuters.com/articulo/alimentos-fao-idLTAKBN21K1PH>
4. González, R., & Castellanos, J. (2000). La competitividad y la agroindustria azucarera cubana. *Boletín del Centro de Estudios de Dirección Empresarial* No.1.
5. González-Corzo, M., Nova González, A., Peña Castellanos, L., & Sulcora Domínguez, F. (2015). *La agroindustria cañera cubana: transformaciones recientes*. New York: Bildner Center for Western Hemisphere Studies.
6. Guerra, Sánchez Ramiro. (1927). *Azúcar y población en las Antillas*. La Habana: Ciencias Sociales.
7. Koopmans, T. (1951). *An analysis of production as an efficient combination of activities*. London: John Wiley and Sons Inc.
8. Lovell, C., Grosskopf, S. & Diewert, C (1993). *Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxfordshire, U.K.: Oxford University Press.
9. Pacheco, U. (2011). La competitividad de la producción de azúcar en la provincia Santiago de Cuba: una proyección del trienio 2012-2014. Tesis Doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.
10. PCC. (2017). Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021.
11. Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.
12. Reuters. (27 de marzo de 2020). *Green Pool prevé pequeño superávit mundial de azúcar en 2020/21*. Obtenido de Reuters el 28 de mayo de 2020: <https://lta.reuters.com/articulo/azucar-greenpool-idLTAKBN21E2HV>
13. Ricardo, D. (1959) *Principios de economía Política y de tributación. Obras Completas*, T-I, pág. 82. México: Fondo de Cultura.

