

PRONÓSTICO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR, EN LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE CUBA, MEDIANTE TÉCNICAS ECONOMETRÍCAS

DrCs. Ramón Rodríguez-Betancourt, Msc. Ulises Pacheco-Feria

ramonrb@eco.uo.edu.cu

Centro de Estudio Investigaciones Aplicadas a Empresas de la producción y los servicios de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba

Resumen

La conformación en la actualidad, de un modelo económico renovado en Cuba, debe fundamentarse en la utilización eficiente de los factores productivos con que cuenta el país, con énfasis en la sustitución de importaciones. En el capítulo VII, artículo 184 de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se plantea: "Priorizar, a corto plazo, la sustitución de importaciones de aquellos alimentos que puedan ser producidos eficientemente en el país, asimismo, deberá potenciarse la aplicación de los resultados de la ciencia y la técnica".¹ El objetivo de la presente investigación es, mediante técnicas econométricas, realizar pronósticos del costo de producción de azúcar, utilizando los factores más importantes del proceso productivos: días de zafra, aprovechamiento de la capacidad potencial, recobrado y rendimiento industrial. Los resultados indican que el factor que más influye en la disminución de los costos es el rendimiento industrial. Se obtiene también un pronóstico de costo para la provincia Santiago de Cuba en diferentes etapas de zafra que oscila entre \$372,45 y 517,52 y para valores extremos de 303,21 y 777,6

Palabras clave: técnicas econométricas, factores productivos, pronóstico de costo, criterio de Laplace.

Abstract

The conformation at the present time, of an economic model renovated in Cuba, it should be based in the efficient use of the productive factors which it counts the country, with emphasis in the substitution of imports. In the chapter VII, article 184 of the Limits of the Economic and Social Politics of the Party and the Revolution it can be read: "To prioritize, in short term, the substitution of imports of those foods that can be produced efficiently in the country; also it will owe to multiply the application of the results of the science and the technique."¹ In fact the objective of the present investigation, using econometrics technical to carry out presage of the cost of sugar production, using factors in the productive process: days of harvest, use of the potential, recovered capacity and industrial yield. The results indicate that the factor with more influences in the decrease of the costs is the industrial yield. It is also obtained a cost presage for the county Santiago de Cuba in different harvest stages that oscillates between \$372,45 and 517,52 and it stops extreme values of \$ 303,21 and \$ 777,6.

Key words: econometrics technical, productive factors, presage cost, approach of Laplace.

¹ Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución pag. 24.
Limits of the Economic and Social Politics of the Party and the Revolution p. 24.

Introducción

La conformación en la actualidad, de un modelo económico renovado en Cuba, debe fundamentarse en la utilización eficiente de los factores productivos con que cuenta el país y en la sustitución de importaciones. En este sentido, en los lineamientos para la política económica y social aprobados en el VI Congreso del PCC se reconoce en el artículo 184 como una importante dirección de trabajo, la siguiente:

Priorizar, a corto plazo, la sustitución de importaciones de aquellos alimentos que puedan ser producidos eficientemente en el país. Los recursos para potenciarla deberán concentrarse donde existan mejores condiciones para su empleo mas efectivo, a fin de elevar los rendimientos y la eficiencia de la producción; asimismo, deberá potenciarse la aplicación de los resultados de la ciencia y la técnica /2/.

Siendo el azúcar un rubro exportable del territorio, la provincia Santiago de Cuba está obligada a atender la eficiencia de la agroindustria, a identificar y medir los factores de mayor impacto sobre los costos de producción, y a diseñar la política sectorial que garantice el empleo racional de los recursos asignados en la producción de azúcar.

Con una población de 1 047 181 /3/ habitantes, y una propensión a consumir de más de 60 kilogramos per cápita anuales /4/, requeriría de 62 699 toneladas de azúcar para satisfacer la demanda interna. Sin embargo, en la zafra de 2010 la producción alcanzó apenas las 80 651 toneladas con un decrecimiento, con respecto a la campaña anterior, de más de 35 000 toneladas.

Una simple operación aritmética indica que si se satisface el mercado interno, apenas se puede contar con un excedente de 17 952 toneladas, que constituiría el monto potencial de las exportaciones de azúcar del territorio. Este sería el nivel más bajo de exportación de azúcar de la provincia de todos los tiempos. Pero la caída de la producción ha

afectado tanto las exportaciones como el consumo de la población, alterando simultáneamente estas dos importantes variables del Producto Interno Bruto, en el territorio.

El desplome de la producción de azúcar en Santiago de Cuba, a partir de 2004, responde, en primer lugar, a la reducción de las capacidades productivas, como consecuencia de la aplicación del Programa de Redimensionamiento del sector en la provincia.

El redimensionamiento afectó, de manera directa, la norma potencial de molida, esta se redujo en un 39,6 % entre 2004-2010, a partir de la salida de las empresas azucareras Rafael Reyes, Salvador Rosales, Los Reynaldo y Chile.

El cierre de los centrales se realizó atendiendo a los niveles de eficiencia y a la capacidad de la fábrica de ahorrar combustible empleando bagazo y aportar electricidad a la red nacional. Pero el proceso no fue gradual, se efectuó bruscamente; no se evaluó adecuadamente la relación entre las pérdidas y los costos inducidos que implicaba el cierre inmediato de los centrales.

Tampoco se estudió con suficiente cautela, la coyuntura internacional y la posibilidad de que el alza de los precios del petróleo produjeran un desbalance en la relación oferta/demanda que, como se ha explicado, terminó favoreciendo la producción de azúcar de caña.

En segundo lugar, la producción ha caído por factores que limitan la eficiencia de la industria y que han conducido al incumplimiento de los planes de producción de azúcar, en las últimas nueve zafras (2002-2010).

El presente trabajo tiene precisamente, el siguiente objetivo: Realizar pronóstico de costo de producción de azúcar en la provincia Santiago de Cuba, mediante la construcción de una función de respuesta que relacione este indicador con los factores productivos mas relevantes que intervienen en el proceso de producción.

² Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social para el VI Congreso del PCC. Pág. 14.

³ Ver Anuario Estadístico de la provincia Santiago de Cuba 2009.

⁴ M. Fernández Font. Cuba y la economía azucarera mundial. Editorial pueblo y Educación. La Habana, 1989, pág. 27.

Procedimientos

La provincia Santiago de Cuba, posee la base fáctica necesaria para cuantificar el impacto de los factores que limitan su competitividad. A partir de estos elementos es conocido los intervalos de confianza en que se mueven los indicadores de costos de producción de azúcar, el recobrado, rendimiento industrial, días de zafra y aprovechamiento de la norma potencial, con estos elementos puede conformarse un modelo econométrico que pueda cumplimentar lo siguiente:

- Proyectar el costo de producción de azúcar.
- Cuantificar la importancia relativa de los factores productivos claves con respecto al costo de producción de azúcar.
- Estimar la combinación de factores que haga mínimo el costo.

Para cumplimentar el objetivo anterior se partirá de la metodología del enfoque econométrico que consta de los siguientes pasos:

- Enunciado de la hipótesis para la utilización del modelo econométrico,
- especificación del Modelo Econométrico,
- estimación de los parámetros,
- verificación o Inferencia Estadística,
- predicción,
- utilización del modelo para fines de control o formulación de políticas.

Enunciado de la hipótesis para la utilización del modelo econométrico

El enunciado de la hipótesis no guarda una relación directa, con la hipótesis del diseño de la investigación, sino que está dirigida al modelo econométrico que se utiliza. En el caso que nos ocupa, la formulación de la hipótesis es la siguiente: la evidencia empírica, y los estudios realizados por el MINAZ /5/ en la provincia con vistas a elevar la competitividad de las empresas azucareras, ha situado como los indicadores más importantes, que contribuyen a mejorar la eficiencia los siguientes: a) el aprovechamiento de la norma potencial de molida, b) el recobrado, c) el rendimiento industrial y d) los días de zafra /6/.

Al mismo tiempo, los resultados de las campañas azucareras evidencian una relación directa, entre el comportamiento de estos indicadores y los costos de producción, con variaciones de una entidad a otra en cada campaña azucarera. La relación de causalidad entre los indicadores, que contribuyen al mejoramiento de la eficiencia y los costos de producción puede representarse mediante una función de respuesta, donde la variable dependiente sería el costo de producción de azúcar y las independientes los factores antes mencionados.

Especificación del Modelo Econométrico

Función de respuesta que expresa el costo de producción de azúcar con respecto a los indicadores más relevantes que contribuyen al mejoramiento de la eficiencia.

⁵ El estudio más completo realizado por el MINAZ en la provincia Santiago de Cuba, data de diciembre de 2002 y se le llamó "Estudio territorial de apoyo al programa estratégico de la agroindustria azucarera"; se hizo con la finalidad de dar un diagnóstico de la situación de las empresas azucareras a partir del comportamiento de sus indicadores productivos en las últimas 13 zafras; los indicadores seleccionados en aquel momento fueron el aprovechamiento de la norma potencial de molida, el recobrado, el rendimiento industrial, los días de zafra y los costos de producción.

⁶ El aprovechamiento de la norma potencial es un indicador que cuantifica la cantidad de caña (toneladas), que puede moler un central en un día, se expresa en por ciento. El recobrado es un indicador que mide la cantidad de sacarosa obtenida como azúcar comercial por cada 100 partes de pol contenida en la caña, se calcula mediante la diferencia entre el total de pol contenido en la caña y el total de las pérdidas de sacarosa. La pol en caña es la cantidad de sacarosa que contiene la caña. El rendimiento industrial mide la conversión efectiva de caña molida en azúcar comercial. Un rendimiento industrial del 10,4 significa que cada 100 toneladas de caña molida se obtienen 10,4 TM de azúcar.

Planteamiento Matemático General

Variable dependiente

Y_i - observación i del costo de producción de azúcar en pesos, hallada de forma aleatoria a partir de un intervalo de confianza.

Variables independientes:

$X_i^{(1)}$ - observación i del aprovechamiento de la capacidad potencial de molida en %, hallada de forma aleatoria a partir de un intervalo de confianza.

$X_i^{(2)}$ - observación i del recobrado en %, hallada de forma aleatoria a partir de un intervalo de confianza.

$X_i^{(3)}$ - observación i del rendimiento industrial en %, hallada de forma aleatoria a partir de un intervalo de confianza

$X_i^{(4)}$ - observación i de los días de zafra hallada de forma aleatoria a partir de un intervalo de confianza

Parámetros

β_0 - constante de la función. Representa el costo de producción esperado cuando las variables independientes sean cero;

· Lineal: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$

· Doble logarítmica: $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_n \ln X_n + \varepsilon$

· Lineal logarítmica: $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_n \ln X_n + \varepsilon$

Estimación de los parámetros y verificación estadística

Para la determinación de los parámetros en las funciones de respuesta se utiliza el método de los mínimos cuadrados ordinario (MCO). Se parte de una muestra representativa de la población, la cual debe cumplir con los supuestos que se verifican, mediante las pruebas de hipótesis correspondientes.

Para el cálculo de la mejor función de respuesta de entre las analizadas se utilizará el sistema SICEP. El sistema está confeccionado en Borland C++ Builder 6, y emite reporte de la función escogida y de todas las pruebas estadísticas, que avalan dicha función.

β_1 - Coeficiente asociado al aprovechamiento de la capacidad de molida potencial en %, representa la variación promedio de los costos de producción de azúcar por variación unitaria de la variable independiente considerada, manteniendo constante el resto de las variables;

β_2 - Coeficiente asociado al recobrado en %, representa la variación de los costos de producción de azúcar por variación unitaria de la variable independiente recobrado, manteniendo constante el resto de las variables;

β_3 - Coeficiente asociado al rendimiento industrial en %, representa la variación de los costos de producción de azúcar por variación unitaria de la variable independiente rendimiento industrial, manteniendo constante el resto de las variables;

β_4 - Coeficiente asociado a los días de zafra, representa la variación de los costos de producción de azúcar por variación unitaria de la variable independiente días de zafra, manteniendo constante el resto de las variables.

ε - Perturbación aleatoria, que recoja el conjunto de factores no incluidos en el modelo.

Se partirá de tres funciones de respuesta que son las siguientes:

El cumplimiento de todos los supuestos asociados a las funciones de regresión permitirá concluir que las curvas son significativas y que con las muestras que se analizan se podrán hacer predicciones sobre la población. En caso contrario se procede a ampliar la muestra, tratar la información nuevamente o cambiar la muestra definitivamente y hallar una nueva función.

Tratamiento de la base informática

Para la captación y el ordenamiento de los datos se consideraron se tomó como base las informaciones procedentes de las empresas azucareras y del GEA de la provincia Santiago de Cuba, así como las

entrevistas con importantes especialistas del sector en el territorio; la imposibilidad de contar con datos precisos acerca del comportamiento histórico de los indicadores productivos, que permitieran un fidedigno ordenamiento de los mismos desde 2002 hasta 2010, implicó el diseño de límites máximos y mínimos, que

estos pueden alcanzar, y a partir de aquí la generación de una serie aleatoria de datos.

La base de datos utilizada para la variante de generación de datos aleatorios se presenta en la siguiente tabla 1.

TABLA 1. INTERVALO DE LOS FACTORES PRINCIPALES QUE TIENEN MAYOR INCIDENCIA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL QUINQUENIO 2006-2010 EN SANTIAGO DE CUBA

Costo de producción ($\frac{\text{pesos}}{\text{TM}}$)		Aprov. norma potencial (%)		Recobrado (%)		Rendimiento industrial (%)		Días de zafra	
Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
900	300	92	48	92	70	13	8	170	100

Fuente: Información suministrada por el Grupo Empresarial Agroindustrial en la provincia.

La información para la determinación de los intervalos mínimos y máximos de los factores de eficiencia, se derivó del comportamiento de estos en el quinquenio 2006-2010. La generación de números aleatorios que sirvió de información básica para la determinación de las funciones de respuesta se presenta en el anexo 1.

Se analizaron tres tipos de funciones: lineal, log-log y lin-log. La salida del sistema SICEP, con sus

correspondientes pruebas de hipótesis para las tres funciones analizadas se presenta en el anexo 1.

Los resultados demuestran que la función donde todos los coeficientes resultan significativos es la log-log, por lo que se deben tomar como validos, para el análisis económico ulterior, los valores de los coeficientes α que define esta función en particular se presenta en la tabla 2.

TABLA 2. COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA CADA UNA DE LAS FUNCIONES

Tipo de función	Coeficientes					Significación	
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	si	no
	Lineal	2 081,561	-6,357 479	-6,496 783	-45,855 41	-0,6661 38	$\beta_0, \beta_1, \beta_3$
Lin-log	4 567,722	-343,221 8	-213,196 0	-646,939 8	-26,845 57	$\beta_0, \beta_1, \beta_3$	β_2, β_4
Log-log	5,699	-0,2186 40	-0,018 615	-0,992 838	0,788 750	$\beta_0, \beta_1, \beta_3, \beta_2, \beta_4$	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados estadísticos obtenidos (anexo 1).

La lectura económica de los coeficientes de la función log-log, indican que el de mayor sensibilidad es β_3 , este relaciona el rendimiento industrial con los costos de producción. Una variación de uno por ciento de este factor, traerá consigo un aumento de los costos en el orden del uno por ciento, aproximadamente. Por su significación sobre los costos, se puede jerarquizar el resto de los factores de la siguiente manera: Días de zafra (0,79 %), Cumplimiento de la Norma Potencial (0,21 %) y Recobrado (0,018 %).

En el anexo 2 se recogen los datos reales que reflejan el comportamiento de los factores de eficiencia en las últimas zafras.

La jerarquización de los coeficientes del modelo, atendiendo a la elasticidad que muestran con respecto a los costos, lo corrobora el cálculo de los coeficientes *beta estandarizado*, los cuales confirman este orden de importancia. Hay que señalar que esto no representa en sí mismo el "descubrimiento de una verdad nueva

e ignota", la experiencia acumulada por los especialistas del sector, su conocimiento empírico de la realidad productiva de las empresas azucareras, les ha permitido llegar a este ordenamiento por una vía, tal vez más expedita. Lo que realmente aporta la función de respuesta es una medición de la sensibilidad de estos factores a partir de métodos científicos.

La tabla 3 expone la estructura de los costos de producción de la provincia Santiago de Cuba. El

salto que se produce en la magnitud del costo entre 2006 y 2007 se explica fundamentalmente, por un significativo aumento en el pago de la caña. Es evidente además, que los costos variables juegan un papel preponderante en la determinación del costo unitario: comprenden entre el 65 y el 75 % del costo total en el período 2006-2010. Dentro de los costos variables, es el pago de la caña el factor que tiene mayor peso.

TABLA 3. ESTRUCTURA DEL COSTO DE PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA

Año	Costo total (CT) $\left(\frac{\text{pesos}}{\text{TM}}\right)$	Costos fijos (CF) $\left(\frac{\text{pesos}}{\text{TM}}\right)$	Costos variable (CV) $\left(\frac{\text{pesos}}{\text{TM}}\right)$	$\frac{CF}{CT}$ (%)	$\frac{CV}{CT}$ (%)	$\frac{\text{Pago Caña}}{CT}$ (%)	$\frac{\text{Otros CV}}{CT}$ (%)
2006	403,61	152,65	264,7	37,82	65,58	56	9,58
2007	846,77	228,92	635,37	27,03	75,03	67	8,03
2008	791,64	205,78	606,64	25,99	76,63	73	3,63
2009	921,26	282,78	656,57	30,69	71,27	66	5,27
2010	828,10	250,41	621,56	30,24	75,06	65	10,06

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el MINAZ de la provincia Santiago de Cuba.

El rendimiento industrial al relacionar la cantidad de caña que muele el central para producir una tonelada de azúcar, tiene, como lo expresa la función de respuesta, un peso decisivo en la dinámica de los costos de producción: el pago de la caña representó en el quinquenio 2006-2010, entre el 56 y el 73 % del costo total. Una caída en el rendimiento industrial significa pagar más caña por tonelada de azúcar, siendo esta partida las dos terceras partes de los

costos. El rendimiento industrial es sin dudas, el factor que merece mayor ponderación, por el sesgo que crea el pago de la caña en la estructura de los costos de producción del azúcar.

La figura 1 muestra la dinámica de los tres factores principales (no se incluye el recobrado), que conforman la función de respuesta. Obsérvese como la curva del costo total se ajusta al comportamiento del rendimiento industrial.

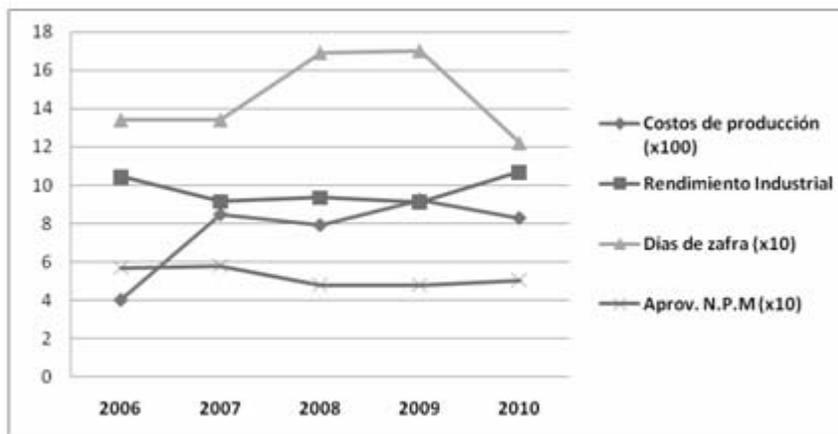


Fig. 1 Dinámica de los factores de mayor incidencia sobre los costos de producción.

TABLA 4. PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS EN DIFERENTES ETAPAS DE LA ZAFRA

Etapas	Combinación de factores				
	Apr. prov. norma %	Recobrado %	Rend. industr. %	Días de zafra	Costo \$
Etapa inicial	60	77	9	110	517,52
Etapa intermedia	88	85	11,5	110	372,45
Etapa final	50	82	10,2	110	475,08

La tabla se explica por si sola; arroja tres comportamientos de la proyección de los costos para distintas etapas de zafra. La función de costo puede utilizarse para cualquier momento en la ejecución de la zafra, tanto para datos reales como de pronósticos, la comparación con los resultados reales contables puede sugerir la inclusión de otros elementos no considerados en el modelo.

La combinación óptima de los factores estaría dada por: a) minimizar los días de zafra: en el intervalo 100-150; b) maximizar el rendimiento industrial, norma potencial y recobrado en los intervalos 8-13,5 %, 49-91 % y 72-92 %, respectivamente, con lo cual se obtendría un costo medio de producción de azúcar para la provincia de Santiago de Cuba en un máximo de \$ 777,6 con una aspiración de \$ 303,21, para su costo mínimo.

Conclusiones

· A través de la función de respuesta se determinaron los coeficientes de sensibilidad entre los factores de eficiencia y los costos de producción, estableciendo el siguiente orden de prioridad, por la magnitud de los β estandarizados calculados: 1) rendimiento industrial ($\beta_3 = -0,99$ %); 2) días de zafra ($\beta_4 = 0,79$ %); 3) cumplimiento de la norma potencial ($\beta_1 = -0,21$ %) y recobrado ($\beta_2 = -0,018$ %).

· El rendimiento industrial al relacionar la cantidad de caña que muele el central para producir una tonelada de azúcar, tiene, como lo expresa la función de respuesta, un peso decisivo en la dinámica de los costos de producción: el pago de la caña representó en el

quinquenio 2006-2010, entre el 56 y el 73 % del costo total. Una caída en el rendimiento industrial significa pagar más caña por tonelada de azúcar, siendo esta partida las dos terceras partes de los costos. El rendimiento industrial es sin dudas, el factor que merece mayor ponderación, por el sesgo que crea el pago de la caña en la estructura de los costos de producción del azúcar.

· Valorar el comportamiento de los costos variables derivados del pago de la caña, con vista a identificar la contradicción entre el sobrecumplimiento en el pago de la caña, por una mejor calidad de la misma (mayor pol), y el rendimiento industrial. Este problema devela una reserva en el mejoramiento de la eficiencia industrial y cobra particular importancia, bajo el sistema de precios resbalantes y de aumento del precio de la caña.

· El comportamiento del costo de producción de azúcar para la etapa inicial, intermedia y final de zafra fue de 517,52, 372,45 y 475,08; lo cual puede ser un indicador para medir la eficiencia económica de la zafra en sus diferentes momentos. La combinación de factores para sus valores extremos arroja un costo máximo de \$ 777,6 y mínimo de 303,21, lo cual también puede utilizarse como base comparativa.

Recomendaciones

Utilizar las funciones de respuestas del costo como instrumento de planificación en la empresa azucarera objeto de estudio.

Bibliografía

1. AGUILAR-RIVERA, Noé, G. M. GALINDO y J. M. FORTANELLI. "¿Por qué diversificar la agroindustria azucarera en México?" www.gcg.universia.net, 2008.
2. AGUILAR-RIVERA, Noé: "¿Diversificar o morir?". www.imagenagropecuaria.com, 2007.
3. ALMAZÁN DEL OLMO, O. "Agroindustria Azucarera. Viabilidad y Alternativa Económica". Revista *Bohemia*. N.º 23, 15 Noviembre 2002.
4. Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba. *Informe sobre los resultados económicos del 2002 y Plan Económico y Social para el año 2003*. Editora Política, 2003.
5. BOTI, León. R. "Azúcar, Turismo, Población y Emigración en el Caribe Insular". Periódico *El Economista*. Año 2. N.º 11. Septiembre-Octubre 1999.
6. BRADLEY, Rickard. "Examining Trends and Drivers of Production and Import Demand for Selected Agricultural Commodities". International Center for Trade and Sustainable Development. Washington, D.C., 2008.
7. BU WONG, A. y otros. "Oportunidades en el entorno internacional para el desarrollo de la industria de la caña de azúcar". Revista *Nueva Empresa*. Vol. 6, No 2, 2010.
8. CASTELLANOS, José R. y Raúl GONZÁLEZ. "La competitividad y la agro industria azucarera cubana". Boletín del Centro de Estudios de Dirección Empresarial, UCLV. N.º 1/2000.
9. CASTILLO CHAMORRO, José. "Metodología para la construcción de modelos multitangentes en entornos de planificación". Tesis doctoral. Departamento de Arquitectura de Computadores, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, 2009.
10. CASTRORUZ, Fidel. *Fidel Castro y la Producción Azucarera*. Ministerio del Azúcar. 1998.
11. CASTRO RUZ, Raúl. Periódico Granma. Lunes, 21 de diciembre de 2009.
12. Comisión Especial para la Agroindustria Azucarera. Senado de la República. México. "Diagnostico Integral sobre la Situación Nacional de la Agroindustria Azucarera". www.senado.gob.mx, 2007.
13. _____. "Proyecto de alta rentabilidad para la transformación del campo cañero mexicano, 2009". www.tramitanet.gob.mx/JSP, 2009.
14. Departamento de Estadística de la Universidad Carlos III. "Análisis univariante mediante la metodología Box-Jenkins". www.desarrollolatino.org/web2/b.htm. 2008.
15. DOBRE, Ion y Adriana ALEXANDRO. "Modelling Unemployment Rate Using Box-Jenkins Procedure". *Journal of Applied Quantity Methods*. University of Economics, Bucharest, Romania. Vol. 3, num. 2, pág. 156-167, 2008.
16. DOMENECH CASANOVA, M^a Elisa. "Evaluación del impacto del protocolo del azúcar CE-ACP". Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 2004.
17. ENISAN, A. A. and A.O. OLUFISAYO. "Stock Market Development and Economic Growth: Evidence from Seven sub-Sahara African countries". *International Journal of Economic and Business*, 61, p.p. 162-171. 2009.
18. FERNÁNDEZ FONT, Marcelo. *Cuba y la Economía Azucarera Mundial*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1989.
19. FERRER ALONSO, I. y N. JARES RIVERO. "El amargo sabor del dulce grano". Periódico Sierra Maestra, 6 de noviembre de 2010.
20. FIGUERAS, M. Alejandro. *Aspectos Estructurales de la economía Cubana*. Editorial Ciencias Sociales. La Habana, 1994.
21. GUERRERO, Víctor. *Análisis Estadístico de series de tiempo Económica*. Editorial Mc. Graw Hill, Colombia, 1990.
22. HARVEY, Andrews. *The econometrics analysis on time series*. Editorial Mit Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
23. IBARRA MARES, Alberto. "Sobre el desarrollo del análisis multivariante como herramienta estratégica e innovadora del análisis financiero". Revista de Negocios FURB. Universidad Autónoma de Barcelona. Vol. 1, No. 3. 2006.
24. JARAMILLO AYERBEA, Mauricio y otros. "Análisis de serie de tiempo univariante aplicando la metodología de Box-Jenkins para la predicción de ozono en la ciudad de Cali, Colombia". Revista de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Colombia. No 38, pág. 79-88, marzo 2007.
25. JIMÉNEZ GUERRERO, José F. y otros. "La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico". Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 15, núm. 3, pág. 185-198, 2006.
26. KENNEDY, Peter. *A Guide to Econometrics*. Editorial Mit Press. Cambridge. Massachusetts, 1992.
27. KIKUT VALVERDE, Ana C. y otros. "Aspectos conceptuales sobre las series de tiempo". Banco Central de Costa Rica. División Económica, 2008.
28. KO WON, W y Richard TAYLOR. "Impacts of the U.S.-Central America Free Trade Agreement on the U.S. Sugar Industry". Center for Agricultural Policy and Trade Studies. Department of Agribusiness and Applied Economics. North Dakota State University. Special Report, 2003.
29. _____. "2009 Outlook of the U.S and World Sugar markets 2008-2018». Center for agricultural policy and trade studies. North Dakota State University. www.agecon.lib.umn.edu/. 2009.
30. LAY HERRERA, D. y N. QUIÑONES CHANG. "Oportunidades de la agroindustria de la caña de azúcar". Ponencia Presentada en el Taller sobre perspectivas de la agroindustria azucarera". MINAZ, 25 de junio de 2010.
31. LEDESMA MARTÍNEZ y SÁNCHEZ PENTÓN. "En busca de la competitividad en la economía cubana: Un problema general para la industria manufacturera cubana", en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N.º 128, 2010. Texto completo en www.eumed.net/coursecon/ecolat/cu/2010/lmsp.htm
32. MALUENDA GARCÍA, José M. "Precio record del azúcar a nivel mundial". www.agrodigital.com/Documentos/azucarfb10.pdf. 2010.

33. MARTÍN, G.; J. M. LABEAGA y F. MOCHÓN. *Econometría*. Prentice Hall. Madrid, 1997.
34. MINAZ. Santiago de Cuba. "Estudio territorial de apoyo al programa estratégico de la agroindustria azucarera", 2002.
35. NAVARRO, Jesús. Las perspectivas de otro excedente de azúcar consecutivo para 2007/08 debilitan los precios internacionales". www.albedrio.org/htm/.../CRISISMUNDIALGRANOSBASICOS. pdf. 2007.
36. NAYLOR, Rosamond y Carl GOTSCH. *Matriz de Análisis de Política (MAP)*. Stanford Univerdsity, 2005.
37. NOVA GONZÁLEZ, A. y L. Peña Castellanos. "El mercado internacional del azúcar, edulcorantes, alcohol y melaza". www.turevista.nat.mx. 2000.
38. Oficina Nacional de Estadística (ONE). *Anuario Estadístico de Cuba 2009*. La Habana 2010.
39. Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), Santiago de Cuba. *Anuario Estadístico de la provincia Santiago de Cuba 2009*. Edición 2010.
40. Organización Internacional del Azúcar (ISO): *Informe del Comité de Mercado, Consumo y Estadística*. 2009.
41. Partido Comunista de Cuba (PCC). *Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social para el VI Congreso del PCC*. 2010.
42. PÉREZ LÓPEZ, César. *Econometría*. Editorial Thomson. Madrid, 2006.
43. PINEDA ZAMORA, Santos. "La tarea Álvaro Reynoso como proceso estratégico de desarrollo empresarial y participación comunitaria". www.zonaeconomica.com/cuba/álvaroreynoso. 2007.
44. PORCEL PRADO, José. *El azúcar en la oscilación de los precios*. Boletín InfoATAC. No. 2, abril-junio de 2006.
45. PRIETO GONZÁLEZ, A. Entrevista a Moreno Friginals. *Cuadernos de Nuestra América*. Vol. III. NO. 6. julio-diciembre de 1986.
46. RANGEL MONTES DE OCA, Lazara y otros. "Uso de técnicas de análisis multivariable aplicadas en la obtención de modelos de predicción de propiedades relacionadas con los sistemas agrícolas". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Vol. 18, No. 2, 2009.
47. RAPSOMANIKIS, G. y D. HALLAM. "Threshold Cointegration in the Sugar-Ethanol- Oil Price System in Brazil: Evidence from Nonlinear Vector Error Correction Models". Paper No. 22. Commodities and Trade Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. September 2006.
48. Rodríguez Rodríguez, Concepción. "Modelos Box-Jenkins. Aplicación de su metodología a la producción de azúcar en Cuba". *Revista Economía y Desarrollo*. No. 1/2001.
49. SARIANNIDIS, N. "The Impact of Stock, Energy and Foreign Exchange Markets on the Sugar Market". *International Journal of Economic Sciences and Applied Research* 3 (1): 109-117, 2010.
50. URIEL, E.; I. GEA. *Econometría Aplicada*. Editorial AC. Madrid, 1997.

Anexo 1

Resumen Estadístico General de la Función de respuesta

Reporte SICEC

Reporte: Resumen Estadístico General

Bloque: 850

Variedad-Cepa: B7274-PQ

Agroecosistema: 1

Variables:

\bar{y} : y

x_1 : x1

x_2 : x2

x_3 : x3

x_4 : x4

Significación: 0,05

Curva: log-log

Ecuación de Regresión:

$$\ln(y) = B_0 + B_1 \cdot \ln(x_1) + B_2 \cdot \ln(x_2) + B_3 \cdot \ln(x_3) + B_4 \cdot \ln(x_4)$$

Hipótesis:	Significación	Homos.	Aleatoriedad	Normalidad
Prueba:	--Fisher--	--White--	--Rachas--	--- Test K-S ---
R^2	StdError	P_{valor}	P_{valor}	P_{valor}
0,9945	0,024495	0,0000	1,0000	0,3906
Decisión:	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar
	la curva	homos.	aleatoriedad	normalidad

Análisis de Coeficientes

Coefficiente	Valor	B Est.	P_{valor}	Significación
B0	5,699089		0,0004	Significativo
B1_1	-0,218640	-0,116837	0,0017	Significativo
B1_2	-0,018615	-0,003752	0,0197	Significativo
B1_3	-0,992838	-0,477103	0,0000	Significativo
B1_4	0,788750	0,407941	0,0000	Significativo

Ecuación de Regresión para la Homocedasticidad:

$$E^2 = b_0 + b_1 \cdot (x_1) + b_2 \cdot (x_2) + b_3 \cdot (x_3) + b_4 \cdot (x_4) + b_5 \cdot (x_1 \cdot x_1) + b_6 \cdot (x_1 \cdot x_2) + b_7 \cdot (x_1 \cdot x_3) + b_8 \cdot (x_1 \cdot x_4) + b_9 \cdot (x_2 \cdot x_2) + b_{10} \cdot (x_2 \cdot x_3) + b_{11} \cdot (x_2 \cdot x_4) + b_{12} \cdot (x_3 \cdot x_3) + b_{13} \cdot (x_3 \cdot x_4) + b_{14} \cdot (x_4 \cdot x_4)$$

Análisis de coeficientes para homocedasticidad

Coeficiente	Valor	Pvalor	Significación
b0	-0,255 359	0,132 5	No significativo
b1_1	-0,006 703	0,100 00	No significativo
b1_2	0,011 314	0,200 00	No significativo
b1_3	0,002 768	0,300 00	No significativo
b1_4	0,000 087	0,100 00	No significativo
b2_1	-0,000 021	0,250 48	No significativo
b2_2	0,000 017	0,101 9	No significativo
b2_3	0,000 615	0,000 0	Significativo
b2_4	0,000 016	0,126 5	No significativo
b2_5	-0,000 048	0,000 1	Significativo
b2_6	-0,000 185	0,000 0	Significativo
b2_7	-0,000 021	0,048 8	Significativo
b2_8	-0,001 729	0,000 0	Significativo
b2_9	0,000 032	0,004 9	Significativo
b2_10	0,000 001	0,924 0	No significativo

Muestras de la relación funcional entre los costos y los factores de eficiencia a partir de la regresión log-log

Costo de producción(\$)	Aprov.cap.inst.(%)	Recobrado(%)	Rend. Ind. (%)	Días de zafra
300,700 00	90,800 000	91,300 000	12,800 000	100,000 00
320,800 00	88,700 000	88,500 000	12,800 000	101,000 00
321,700 00	87,600 000	88,400 000	12,800 000	102,000 00
324,500 00	86,700 000	88,400 000	12,500 000	103,000 00
359,700 00	85,300 000	87,100 000	12,100 000	107,000 00
364,300 00	85,200 000	86,400 000	11,800 000	108,000 00
366,300 00	85,000 000	84,800 000	11,700 000	109,000 00
371,500 00	83,900 000	84,700 000	11,600 000	110,000 00
392,300 00	83,000 000	84,400 000	11,500 000	123,000 00
398,800 00	79,300 000	84,200 000	11,400 000	123,000 00
422,000 00	77,600 000	83,800 000	11,300 000	123,000 00
448,200 00	75,300 000	83,800 000	11,200 000	127,000 00
463,800 00	74,700 000	83,600 000	10,700 000	129,000 00
466,400 00	73,300 000	83,600 000	10,500 000	131,000 00
484,900 00	71,400 000	83,200 000	10,500 000	131,000 00
507,900 00	71,200 000	82,100 000	10,400 000	135,000 00
517,900 00	71,100 000	80,800 000	10,400 000	138,000 00
542,400 00	70,800 000	80,500 000	10,100 000	140,000 00
567,300 00	69,900 000	80,500 000	10,100 000	141,000 00
576,200 00	69,300 000	80,400 000	10,100 000	145,000 00
606,700 00	67,300 000	80,100 000	9,600 000 0	145,000 00
610,600 00	66,300 000	79,800 000	9,400 000 0	147,000 00
636,900 00	65,000 000	79,800 000	9,200 000 0	148,000 00
655,600 00	64,400 000	78,500 000	9,000 000 0	149,000 00
670,500 00	62,600 000	78,400 000	8,900 000 0	151,000 00

675,600 00	61,900 000	78,000 000	8,900 000 0	151,000 00
684,700 00	61,900 000	77,500 000	8,600 000 0	155,000 00
716,500 00	61,900 000	77,100 000	8,600 000 0	157,000 00
726,500 00	60,600 000	75,000 000	8,500 000 0	157,000 00
728,400 00	58,700 000	74,300 000	8,500 000 0	160,000 00
743,400 00	56,000 000	73,900 000	8,300 000 0	160,000 00
772,100 00	55,800 000	73,700 000	8,300 000 0	160,000 00
795,900 00	54,300 000	73,100 000	8,200 000 0	161,000 00
803,200 00	52,000 000	72,700 000	8,200 000 0	164,000 00
818,000 00	49,300 000	72,300 000	8,100 000 0	167,000 00

Anexo 2

Comportamiento de los costos de producción y los factores de eficiencia entre 2007-2010

Año 2007/CAI	Costos de Producción (Pesos/TM)		Rendimiento Industrial (%)		Días zafra	Cumplimiento NPM (%)		Recobrado (%)	
	Plan	Real	Plan	Real		Plan	Real	Plan	Real
América Libre	641,08	723,73	11,7	9,89	122	80	62	89	83,19
P. Rosales	610,53	670,85	11,6	10,11	145	80	63	89	83,91
J. A. Mella	625,48	990,96	11,1	8,86	104	80	44	89	83,19
Dos Ríos	621,26	1067,4	11,2	9,93	94	80	72	89	81,42
Chile	635,71	816,57	11	9,1	131	80	59	89	82,06
Stgo. de Cuba	625,55	846,77	11,29	9,17	134	80	58	89	82,8

Año 2008/CAI	Costos de Producción (Pesos/TM)		Rendimiento Industrial (%)		Días zafra	Cumplimiento de NPM (%)		Recobrado (%)	
	Plan	Real	Plan	Real		Plan	Real	Plan	Real
América Libre	656,47	898,74	10,54	8,96	116	80	48	85	79,6
P. Rosales	625,5	712,18	10	10,05	169	80	53	85	82,05
J. A. Mella	625,53	888,57	10	9,04	131	80	43	85	83,47
Dos Ríos	627,23	713,2	10	9,8	157	80	50	85	80,82
Chile	641,26	844,96	10,07	8,55	131	80	51	85	82,99
Stgo. de Cuba	632,93	791,64	10,08	9,37	169	80	48	85	81,85

Año 2009/CAI	Costos de Producción (Pesos/TM)		Rendimiento Industrial (%)		Días de zafra	Cumplimiento NPM (%)		Recobrado (%)	
	Plan	Real	Plan	Real		Plan	Real	Plan	Real
América Libre	696,16	918,92	10,3	9,28	144	70	54	85	82,41
P. Rosales	692,35	790,38	10,29	9,49	170	75	52	85	82,61
J. A. Mella	692,91	1093,44	10,3	9,49	113	70	48	85	84,18
Dos Ríos	688,52	881,72	10,47	9,58	160	75	44	85	79,90
Chile	704,23	923,06	10,15	9,23	161	70	48	85	82,29
Stgo. de Cuba	693,79	921,26	10,32	9,43	170	72	48	85	82,20

Año 2010/CAI	Costos de Producción (Pesos/TM)		Rendimiento industrial (%)		Días de zafra	Cumplimiento NPM (%)		Recobrado (%)	
	Plan	Real	Plan	Real		Plan	Real	Plan	Real
América Libre	690,1	771,05	9,4	10,9	111	80	50,5	85	81,8
P. Rosales	702,95	724,07	9,62	10,8	122	80	63,4	85	84,3
J. A. Mella	719,64	1049,54	9,63	10,5	90	80	51,4	85	79,5
Dos Ríos	720,68	764,32	9,69	10,5	112	80	42,1	85	80
Stgo. de Cuba	711,47	828,1	9,55	10,7	122	80	50,6	85	81,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el MINAZ de la provincia Santiago de Cuba.