

ESTIMACION DE LA DEPENDENCIA FUNCIONAL ENTRE INDICADORES DE INTERES EN EL PROCESO DE PRODUCCION INDUSTRIAL DE AZUCAR

Alberto Mazón Almora²⁰

RESUMEN: Se construyó un modelo econométrico a partir de presupuestos teóricos sobre las relaciones entre indicadores de eficiencia interesantes para el proceso de producción azucarera, tomando como ejemplo un central azucarero ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Para la estimación de las relaciones se utilizó el método de los mínimos cuadrados de la regresión, y la información estadística de 50 decenas de un período de zafra. El modelo tiene como fin facilitar la toma de decisiones científicamente fundamentadas en políticas de eficiencia. El trabajo de modelación corroboró las hipótesis de partida.

Palabras-clave: Industria azucarera-Eficiencia, Econometría-Modelos y Estadística-Aplicaciones.

1. Introducción

Es conocido que la industria azucarera tiene un peso fundamental en la economía cubana. De ahí la importancia de lograr la máxima eficiencia de su proceso productivo. Esta razón nos condujo a abordar este tema con la finalidad de esclarecer la forma de las relaciones existentes entre los factores causales con indicadores que de alguna manera miden la eficiencia de la operación de un central azucarero. En cierta medida esto permitirá tomar decisiones con un fundamento científico en las estrategias de eficiencia productiva.

²⁰ Professor da Universidade de Pinar del Río (Cuba)

2. Materiales y Metodos

Se eligieron los siguientes indicadores, los cuales captan decenalmente el sistema estadístico del central y están perfectamente definidos:

-Toneladas de caña molida (TCMO)

-Días perdidos (DPER)

-Toneladas de pol en caña (TPC)

-Toneladas de pol recobrado (RECO)

-% de pol recobrado (PPORE)

-Toneladas de azúcar total producida (TMTP)

-Toneladas de azúcar base 96 producidas (TMP96)

Se construyeron los siguientes indicadores:

-% de aprovechamiento de la capacidad de molida (ACM)

-% de aprovechamiento de la capacidad de recuperación de pol (ACR)

-% de aprovechamiento de la capacidad de convertir la pol en azúcar
(ACCO)

-% de aprovechamiento de la capacidad de convertir el azúcar total en azúcar
base 96 (ACCO96)

Los indicadores anteriores se construyeron como a continuación se describe, teniendo en cuenta que la información a utilizar es de periodicidad semanal:

$$ACM = \frac{TCMO/(10-DPER)}{\text{Max } TCMO/(10-DPER)} * 100\%$$

$$ACR = \frac{PPORE}{\text{Max } PPORE} * 100\%$$

$$ACCO = \frac{TMTP/RECO}{\text{Max } TMTP/RECO} * 100\%$$

$$ACCO96 = \frac{TMP96/TMTP}{\text{Max } TMP96/TMTP} * 100\%$$

Aunque la naturaleza exógena de los indicadores de capacidad es discutible las tomamos como tales, partiendo del presupuesto de que la fábrica las fija como una aspiración basada en medidas de carácter técnico-organizativo y tecnología existente. Nosotros nos remitiremos exclusivamente a medir el efecto de sus variaciones en los indicadores de eficiencia.

Se partió de los siguientes presupuestos:

1. La relación de causalidad es unidireccional en el siguiente orden: caña molida-pol, recobrado-azúcar producida.
2. Existencia de una dependencia funcional por etapas que incluye causas de naturaleza extensiva e intensiva, manifestándose como sigue:

$$TCMO = f(DPER, ACM)$$

$$RECO = f(TCP, ACR)$$

$$TMTP = f(RECO, ACCO)$$

$$TMP96 = f(TMTP, ACCO96)$$

Lo anterior se constituye en un modelo teórico del fenómeno estudiado, que en virtud de la hipótesis de causalidad unidireccional es del tipo recursivo, por tanto, fue posible la estimación de cada ecuación por separado mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios. Para ello se utilizó la información de 50 decenas procedentes de cinco zafas y el programa de ordenador MicroTSP, versión 7.0.

3. Resultados y Discusion

Como resultado del proceso de estimación se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\text{TCMO} = 28472,52 - 6876,37 * \text{DPER} + 45542,13 * \text{ACM}$$

$$\text{RECO} = -4559,81 + 0,78 * \text{TPC} + 51,94 * \text{ACR} + [\text{AR}(1) = 0.32]$$

$$\text{TMTP} = -3303,69 + 1,02 * \text{RECO} + 50,53 * \text{ACCO}$$

$$\text{TMP96} = -5255,39 + 1,022 * \text{TMTP} + 62,76 * \text{ACCO96}$$

En el examen de las ecuaciones se verifica la significación de los coeficientes individuales (prueba t-student) y de las ecuaciones en general (prueba F-Fisher). No existe autocorrelación (prueba DW). Los coeficientes de determinación rebasan el 98%. Se observó además, un comportamiento aleatorio de los residuos. Para la solución conjunta de las ecuaciones, ensamblamos estas en un "fichero modelo" llamado CENTRAL, utilizando las posibilidades del MicroTSP.

CENTRAL

ASSIGN TCMO PTCMO RECO PRECO TMTP PTMPT TMP96 PTMP96

1: $\text{TCMO} = 28472,52 - 6876,37 * \text{DPER} + 45542,13 * \text{ACM}$

2: $\text{TPC} = \text{TCMO} * \text{PPOCA}/100$

3: $\text{RECO} = -4559,81 + 0,78 * \text{TPC} + 51,94 * \text{ACR} + [\text{AR}(1) = 0.32]$

4: $\text{TMTP} = -3303,69 + 1,02 * \text{RECO} + 50,53 * \text{ACCO}$

5: $\text{TMP96} = -5255,39 + 1,022 * \text{TMTP} + 62,76 * \text{ACCO96}$

Los indicadores precedidos de "P" en la línea ASSIGN, representan las estimaciones. El indicador PPOCA, de la línea 2, expresa el % de pol en caña. Para comprobar como trabaja el modelo en la estimación conjunta de sus variables de salida, se resolvió para las últimas cinco decenas, aproximando los resultados al entero más cercano:

obs	TCMO	PTCM	RECO	PRECO	TMTP	PTMTP	TMP96	PTMP96
46	31314	32645	303	2963	2955	2843	3026	2919
47	43352	43558	4383	4447	4634	4635	4745	4751
48	37005	37090	4120	4152	3990	4048	4079	4142
49	31439	31336	2977	2920	3293	3234	3365	3307
50	31815	31918	3171	3169	3436	3516	3506	3486

Como se observa, el modelo hace un buen trabajo de reproducción de los valores reales. De la misma manera es posible simular el resultado de políticas trazadas en busca de mayor eficiencia en el trabajo de la fábrica. Por ejemplo, nos pudiéramos preguntar cuáles hubiesen sido los resultados si el aprovechamiento de la capacidad de molida (ACM), producto de la aplicación de un conjunto de medidas de carácter técnico-organizativo, hubiera sido de un 10% por encima del real. Para ello incrementamos ACM en un 10%. Esto es:

$$\text{GENR ACM} = 1.1 * \text{ACM}.$$

Creamos un nuevo fichero modelo similar al anterior, que le llamamos SIMUL, esta vez precediendo de la letra "S" los valores estimados, los cuales indicarán los resultados de dicha política. Resolviendo el modelo para las últimas cinco decenas y, comparando los estimados "S" del mismo con los "P" de la solución base del modelo anterior, tenemos:

Obs	PTCMO	STCMO	PRECO	SRECO	PTMTP	STMTP	PTMP96	STMP96
46	32645	36768	2955	3397	2843	3297	2919	3383
47	3558	47551	4634	4886	4635	5083	4751	5208
48	37090	40950	3990	4586	4048	4491	4192	4594
49	31336	35246	3293	3310	3234	3632	3307	3314
50	31918	35936	3436	3582	3516	3837	3486	3916

Observe como un incremento del aprovechamiento de las capacidades en la primera fase del proceso desencadena un incremento en los resultados

de este y de los posteriores. Evidentemente, de esta misma forma se pueden simular políticas más complejas. En otro orden de cosas, el análisis de la estructura estimada nos permite saber, a través de los valores de los coeficientes, la influencia de cada variable explicatoria sobre la variable explicada. Por ejemplo, en la primera ecuación:

$$TCMO = 28472,52 - 6876,37 * DPER + 45542,13 * ACM$$

Observamos que por cada día que se pierde, se dejan de moler como promedio 6876,37 toneladas de caña, así como por cada 1% de incremento en el aprovechamiento de la capacidad de molida, se incrementa la caña molida como promedio 455,42 toneladas. Análisis similares se pueden realizar con las demás ecuaciones.

4. Conclusiones y Recomendaciones

El modelo corrobora los presupuestos teóricos de partida. Se demuestra su utilidad para predecir y también simular políticas, así como para conocer el nivel de influencia de cada factor considerado. Se recomienda tener en cuenta dicho modelo como vía para la estimación de los indicadores que fueron trabajados, así como para establecer políticas que coadyuven al incremento de la eficiencia industrial.

5. Referências Bibliográficas

BAÍDA, T. K. N., AIUBE, F. A. L. & MENDES, M. R. C. *Introdução a Microeconomia*, São Paulo: Atlas, 1999.

GUJARATI, D. N. *Basic Econometrics*. 3. ed., New York: McGraw-Hill, 1995.

HILL, C., GRIFFITHS, W. & JUDGE, G. *Econometria*. São Paulo: Saraíva, 1997.

LÓPEZ SANCHEZ, E. M. *Mínimo técnico de azúcar crudo y refino*. La Habana, Pueblo y Educación, 1978.

MADDALA, G. S. *Introduction to Econometrics*. 2 ed. New York: Prentice Hall, 1992.

Marshall, Alfred. *Princípios de Economia*, São Paulo: Abril, 1982. Coleção Os Economistas.

PINDYCK, Robert S. & RUBINFELD, Daniel L. *Microeconomia*. São Paulo: Atlas, 1995;

VARIAN, Hal R., *Microeconomia: Princípios Básicos*. Rio de Janeiro: Campus, 1999;