

# Modelo dinámico del comportamiento de la producción mercantil en Camagüey, Cuba

Dynamic Model for Trading Production Performance

MSc. Carlos Manuel Guerra Espinosa y Dra. C. Iris María González Torres

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Camagüey  
Ignacio Agramonte y Loynaz, Cuba  
carlos.guerra@reduc.edu.cu

## RESUMEN

Se determinó un modelo dinámico entre los indicadores internos conducentes del crecimiento para obtener un vector autorregresivo (VAR). Se aplicaron métodos cuantitativos (estadísticos y econométricos) para expresar una concepción dinámica del comportamiento de la producción mercantil sobre la base de ciertos indicadores conducentes. El proceso de obtención del modelo ofreció las variables causales de la producción mercantil: gasto de materiales, salarios y rendimiento agrícola de cultivos temporales. Por otra parte, las elasticidades parciales (0,419; 0,390 y 0,258, respectivamente) ofrecen la variación porcentual en la producción mercantil para una variación porcentual en dichas variables, con un nivel de significación del 5 %. El VAR, a través de la función de impulso-respuesta, expresa cómo varía porcentualmente la PM desde el periodo comprendido entre 2007 y 2009 para una desviación de 0,124 % del gasto material.

**Palabras clave:** *indicadores conducentes, cointegración, vector autorregresivo (VAR), función de impulso-respuesta*

## ABSTRACT

A dynamic model comprising conducive internal indicators of economic growth was implemented to obtain a self-regressive vector (VAR). Quantitative methods (statistical and econometric ones) were applied to express a dynamical notion of trading production based on a number of conducive indicators. The process leading to the model development produce variables that affect trading production, i. e., material expenses, wages, and temporary-crop agricultural utilities. On the other hand, these variables partial elasticities (0,419; 0,390 and 0,258; respectively) show a percentage variation the above mentioned variables with a 5% significant rate. The self-regressive vector shows trading production variations from 2007 to 2009 through its impulsion-response function with a 0, 124 deviation from material expenses.

**Key Words:** *conducive indicators, co-integration, self-regressive vector (VAR), impulsion-response function*

## INTRODUCCIÓN

El trabajo del gobierno provincial da continuidad al crecimiento económico a partir de los indicadores determinados por De Dios (2003). Este trabajo resulta insuficiente para su monitoreo, pues se realiza medición a posteriori. No obstante, se tiene en cuenta el carácter estructural de los indicadores, no así su carácter conducente; además, el análisis es estático.

El trabajo determina un modelo dinámico entre indicadores internos conducentes del crecimiento económico sobre la producción mercantil (PM); en esencia, vector de ecuaciones de cointegración, vector autorregresivo y mecanismo de corrección de error (ECM).

Este trabajo surge a partir de la interrogante: ¿cómo influyen algunos indicadores económicos internos y conducentes del crecimiento económico sobre la producción mercantil de la provincia Camagüey?

Se aplicaron los métodos cuantitativos, estadísticos y econométricos, y se expone una concepción dinámica del comportamiento de la PM, sobre la base de ciertos indicadores conducentes de esta.

## DESARROLLO

Se tomó como base la definición de indicador no sólo como variable cuyos valores indican los valores de otras variables, sino que incluye la forma de interpretar esa indicación, es decir, la ley de correspondencia a la que está sujeto y que tiene como fin simplificar, medir y comunicar eventos (Campistrous y Rizo, 1998).

Existen diferentes clasificaciones de los indicadores, pero interesa en este trabajo la ofrecida por el Buró Nacional de Investigaciones Económicas (NBER) de los Estados Unidos de América (Hanke y Reitsch, 1996).

- Indicadores conducentes: se utilizan para anticipar los momentos cruciales de una economía.
- Indicadores coincidentes: Miden el desempeño económico actual
- Indicadores retrasados: se ubican detrás del estado general de la economía, desempeñan el papel de *feedback* de la estrategia futura (Guerra y González, 2008, p. 20).

Para determinar los indicadores económicos conducentes de la PM de la provincia Camagüey, Cuba, y alcanzar el modelo se utilizó el criterio de expertos (método Delphi) y las técnicas estadísticas y econométricas. El primero para conocer el criterio de los especialistas ante el tipo de indicador y la segunda para comprobar cuantitativamente sus ideas sobre dichos indicadores y determinar el modelo; en la última se concentra este artículo.

El primer criterio recoge las ideas cualitativas del proceso y es aplicado a expertos en economía de la provincia Camagüey, con experiencias en el manejo de indicadores económicos (Comisión Económica Provincial y otros especialistas en el tema). Este método puede ser aplicado como previsión del comportamiento de variables conocidas o en la determinación perspectiva de la composición de un sistema. En este artículo se trata de la segunda opción. En un Delphi de perspectiva los elementos del sistema que se deberá estudiar no son conocidos y se orienta la encuesta a la determinación del sistema. En general, la aplicación del método tiene una secuencia metodológica en dos fases: una preliminar, donde se definen los elementos básicos del trabajo y se realiza la primera ronda de encuesta, y otra de exploración, donde se indaga exhaustivamente hasta confeccionar los escenarios (Guerra y González, 2008).

El segundo criterio consolida y especifica, en el orden matemático, los resultados alcanzados con el primero y se caracteriza por la determinación de relaciones a largo plazo entre las variables, manifestadas en niveles.

La mayoría de las variables económicas presentan características no estacionarias (dependientes del tiempo) y este aspecto es de suma importancia para el análisis de un sistema o relación económica y, en especial, para decidir sobre política económica.

Esto obliga a manejar dos conceptos de la teoría de procesos estocásticos:

- Procesos estocásticos estacionarios.
- Procesos estocásticos integrados.

Se habla de estacionariedad de un proceso estocástico  $X_t$  cuando satisface:

$E(X_t) = C_1$  media finita y constante a lo largo del tiempo.

$E(X_t^2) = C_2$  varianza finita y constante a lo largo del tiempo.

$E(X_{ti}, X_{tj}) = C_3$  covarianza finita y constante a lo largo del tiempo (Suriñach et al., 1995, p. 12).

Por otra parte, la integrabilidad de un proceso se obtiene al aplicar el operador  $\Delta = (1-L)$  (donde  $L$  es el operador de retardo) a una variable  $X_t$  representante de un proceso estocástico y esta se convierte en estacionaria. Luego, se denota por:  $X_t \rightarrow I(1)$ , que significa que la variable es integrable de primer orden. Estas dos ideas son las que permiten hablar de cointegración, concepto que Engle y Granger expusieron en 1987 y que se concreta como sigue:

Sea  $Y_t(m \times 1)$  un vector cuyas componentes  $y_{it}$  se dice que están cointegradas de órdenes  $d$  y  $b$ , y se denota por  $Y_t \rightarrow CI(d,b)$  si:

Todas las componentes  $Y_{it}$  son integrables del mismo orden, esto es:

$y_{it} \rightarrow I(d)$  para todo  $i=1,2,3 \dots m$

Existe un vector  $\alpha$ ,  $\alpha \neq 0$ , tal que:

$\alpha' Y_t = z_t \rightarrow I(d-b)$  con  $b > 0$  (2)

Al vector  $\alpha$  se le denomina vector de cointegración (Suriñach et al., 1995, p. 56).

Existen diferentes técnicas para estimar las relaciones de cointegración:

El procedimiento bietápico de Engle y Granger (1987), citado por Suriñach et al. (1995, p. 66).

La estimación directa de cointegración.

La estimación dinámica por el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y el procedimiento máximo verosímil de Johansen.

En este trabajo se tomaron como técnicas: el procedimiento máximo verosímil de Johansen; el test de causalidad (*Granger Causality Tests*) entre las variables, para determinar finalmente si existe relación de causa-efecto entre los indicadores y en qué sentido; además, el test de raíz unitaria (*Augmented Dickey-Fuller*, ADF) para conocer el orden de integración (Damodar, 1997, p. 704); por último, se aplicó la técnica del vector autorregresivo, que consiste en un sistema de ecuaciones comúnmente usado para pronosticar sistemas de series de tiempo y para analizar el impacto dinámico de perturbaciones aleatorias sobre el sistema de variables. Luego, se desea determinar el comportamiento de la PM en los próximos tres años, a través de la función de impulso-respuesta, que ofrece el comportamiento de una variable (respuesta) bajo la acción de otra variable que conforma el impulso. Una función impulso-respuesta rastrea el efecto de un shock de desviación normal (estándar) para una de las innovaciones en los valores presentes y futuros de las variables endógenas.

Un shock en la  $i$ -ésima variable la afecta directamente y también se transmite a todas las variables endógenas a través de la estructura dinámica del vector autorregresivo (VAR).

Para el análisis se tomaron las variables internas obtenidas por De Dios (2003), clasificadas así por ser propias del territorio. Su selección se basó en PM como indicador global fundamental, básico para el desarrollo. Dichas variables se sometieron al método Delphi con una selección de los especialistas. Se consideraron relevantes y conducentes los siguientes:

1. Costo de la producción mercantil (CPM)
2. Salario devengado (SALDEV)
3. Gastos de materiales (GM)
4. Productividad (PRODCTV)
5. Rendimiento agrícola de cultivos temporales (RCT)

Luego se determinaron los coeficientes de correlación que se muestran en la Tabla 1, con nivel de significación del 5 %, donde se consideraron aceptables los indicadores con coeficiente superior al 20 %. Se determinó el orden de integración de los indicadores y se analizaron las gráficas; para ello se aplicaron las transformaciones correspondientes y el test de raíz unitaria ADF. Se comenzó con la PM.

**Tabla 1. Coeficientes de correlación**

Indicadores	PMTOTAL
CPM	0,564980
GM	0,576423
PRODCTV	0,693079
SALDEV	0,628453
RCT	0,644000

Fuente: Elaboración propia

La producción mercantil ha sufrido cambios en las diferentes etapas del intervalo de tiempo analizado: crece del 76 al 86 (78 %) cuando la economía cubana experimentó auge considerable en todos los sectores; decrece con gran rapidez del 89 al 93 (83 %), año en que se recrudescen el periodo especial y luego comienza un proceso de ascenso hasta 2003 (61 %) donde, en parte, los precios desempeñan su rol; desciende en 2004 (todo respecto al año 1976) y luego de 2005 a 2007 crece casi verticalmente. Estas variaciones indican un proceso no estacionario: presenta crecimiento y variaciones; indican también la necesidad de comprobar la no estacionariedad. Para ello se aplicó la prueba ADF en nivel (Tabla 2). Esto significa que se rechaza la hipótesis de nulidad del Test de raíz unitaria pues  $|-5,9149| > | \text{valores críticos} |$ . Por tanto, PM es un proceso integrado de primer orden (I(1)).

**Tabla 2. Análisis de estacionariedad**

Prueba estadística	-1,954 810	1 % valores críticos *	-3,675 2
ADF		5 % valores críticos	-2,966 5

\*McKinnon: valores críticos para rechazar la hipótesis de raíz unitaria.

El mismo análisis se realiza con el resto de los indicadores y se tiene que: el costo de la pm (CPM), los salarios(SALDEV), la productividad (PROD.), el gasto material (GM) y el rendimiento agrícola de los cultivos temporales (RCT) son procesos integrados de primer orden.

### Modelo dinámico de cointegración (EC)

El proceso de obtención se realiza a través del EVIEWS 3.1 mediante el *Johansen Cointegration Test*; y el análisis de causalidad de Granger ofrece el resultado (Ver Tabla 3).

**Tabla 3. Prueba de causalidad de Granger**

<i>Null Hypothesis:</i>	<i>Obs</i>	<i>F-Statistic</i>	<i>Probability</i>
CPM does not Granger Cause PM	28	0,414 90	0,665 25
PM does not Granger Cause CPM		5,790 04	0,009 19
GM does not Granger Cause PM	28	3,600 47	0,043 61
PM does not Granger Cause GM		1,003 13	0,382 22
PRODTV does not Granger Cause PM	28	0,253 39	0,778 30
PM does not Granger Cause PRODTV		1,989 17	0,159 66
SALDEV does not Granger Cause PM	28	4,710 93	0,019 29
PM does not Granger Cause SALDEV		5,589 51	0,010 51
RCT does not Granger Cause PM	28	4,255 57	0,026 76
PM does not Granger Cause RCT		0,326 06	0,725 04

Muestra: 1976- 2005

Retardos: 2

La causalidad interesa respecto a la PM, es decir: del GM a la PM, de los SALDEV a PM y del RCT a PM. Luego, como es de interés el comportamiento con relación a la PM, se considera el modelo según esta característica y se analiza su comportamiento de forma elástica (Tabla 4):

**Tabla 4. Relación de cointegración**

Tendencia no determinista en los datos			
Series: LNPM LNGM LNSALDEV LNRCT			
Intervalos de retardos: 1 a 1			
L.R. la prueba indica 1 ecuación(es) de cointegración al 5 % de significación			
Ecuación Normalizada			
LNPM	LNGM	LNSALDEV	LNRCT
1,000000	0,419 (0,000)	0,390 (0,000)	0,258 (0,003)

Estadístico de máxima verosimilitud 117,0740

Muestra: 1976-2005

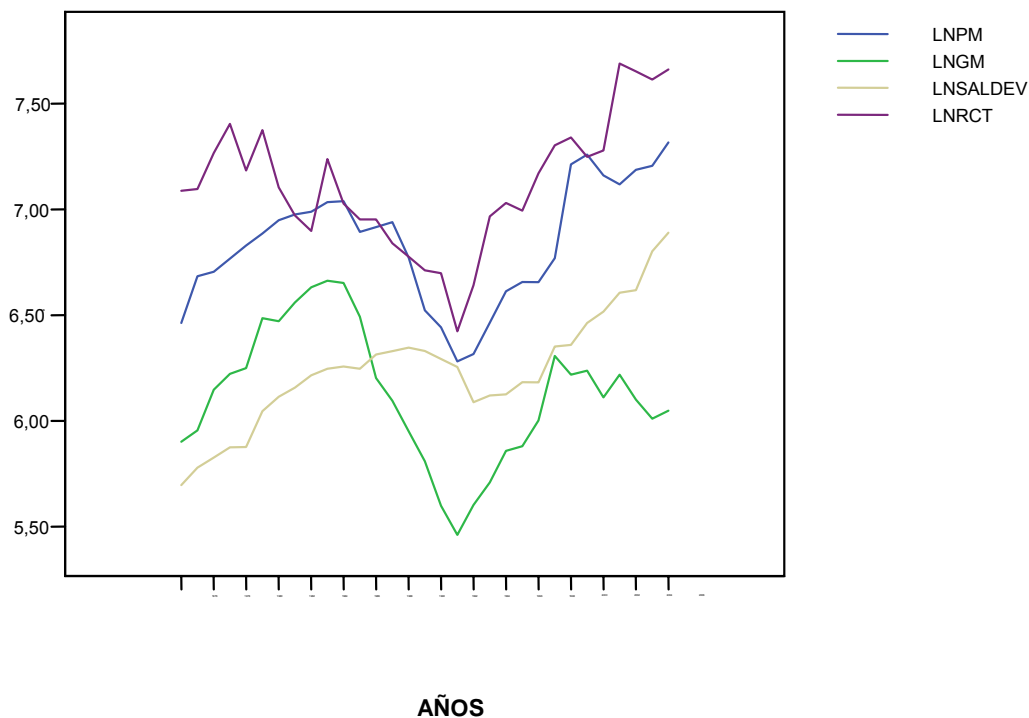
Incluye 28 observaciones:

$$LNPM = 0,419LNGM + 0,390LNSALDEV + 0,258LNRCT \quad (1)$$

Donde la ecuación es de excelente precisión para un nivel de significación del 1 % para los coeficientes. Por otra parte, se comprueba que los residuos satisfacen la condición de ruido blanco. Los coeficientes de todas las variables pueden interpretarse como relación elástica sobre la PM. Se produce contracción pues todos son menores que la unidad; por tanto, la influencia es inelástica. Además, la ecuación (1) revela la relación de equilibrio a largo plazo entre los gastos de materiales, el salario y el rendimiento agrícola de los cultivos temporales y la producción mercantil (Fig. 1).

El gráfico expresa el comportamiento casi similar de los indicadores durante la etapa, con sus crecimientos y decrecimientos, “picos” y oscilaciones.

**Fig. 1. Comparación de los indicadores**



**Vector autorregresivo (VAR):**

$$\text{LNPM}_t = 0,432 \cdot \text{LNPM}_{t-1} + 0,163 \cdot \text{LNGM}_{t-1} + 0,06 \cdot \text{LNSALDEV}_{t-1} + 0,355 \cdot \text{LNRCT}_{t-1} + e_{t1}$$

$$\text{LNGM}_t = -0,05 \cdot \text{LNPM}_{t-1} + 0,932 \cdot \text{LNGM}_{t-1} - 0,138 \cdot \text{LNSALDEV}_{t-1} + 0,226 \cdot \text{LNRCT}_{t-1} + e_{t2}$$

$$\text{LNSALDEV}_t = 0,213 \cdot \text{LNPM}_{t-1} - 0,109 \cdot \text{LNGM}_{t-1} + 0,815 \cdot \text{LNSALDEV}_{t-1} + 0,06 \cdot \text{LNRCT}_{t-1} + e_{t3}$$

$$\text{LNRCT}_t = 0,122 \cdot \text{LNPM}_{t-1} - 0,131 \cdot \text{LNGM}_{t-1} + 0,04 \cdot \text{LNSALDEV}_{t-1} + 0,96 \cdot \text{LNRCT}_{t-1} + e_{t4}$$

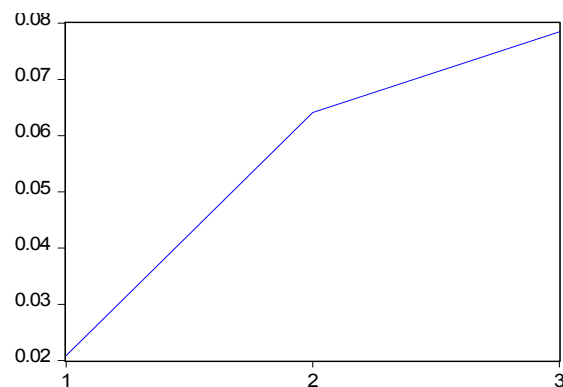
Finalmente, se puede apreciar la respuesta porcentual de la PM ante una desviación del 0,12 % del gasto material desde 2007 a 2009 (Tabla 5 y Fig. 2).

**Tabla 5. Función de impulso respuesta**

Periodo	LNPM	LNGM
2007	0,020 843 (0,016 62)	0,124 570 (0,016 08)
2008	0,064 090 (0,018 83)	0,135 376 (0,023 14)
2009	0,078 463 (0,023 82)	0,140 478 (0,030 55)

Orden: LNGM LNPM LNSALDEV LNRCT

**Fig. 2. Respuesta conceptual de la PM a una desviación estándar del 0,124% de GM**



## CONCLUSIONES

La obtención del modelo establece que las variables causales de la producción mercantil son: el gasto de materiales, los salarios y el rendimiento agrícola de cultivos temporales. Este último elemento es natural, pues la agricultura ha sido siempre sector destacado de Camagüey. Por otra parte, las elasticidades parciales (0,419; 0,390 y 0,258) ofrecen la variación porcentual en la producción mercantil (PM) para una variación porcentual en gasto de materiales, salarios y rendimiento agrícola de cultivos temporales respectivamente, con nivel de significación del 5 %. El VAR, a través de la función impulso-respuesta, expresa la variación porcentual de la PM desde el periodo 2007 a 2009, para una desviación del 0,124 % del gasto material.

## REFERENCIAS

- CAMPISTROUS, L. y RIZO, CELIA. (1998). *Indicadores e investigación educativa* (1ra. parte). La Habana, Cuba: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas de Cuba.
- DAMODAR, G. (1997). *Econometría* (3ra. ed.). Colombia: Mac Graw Hill.
- DE DIOS, ANA. (2003). *La integración territorial en la planificación del crecimiento económico de la provincia Camagüey. Una variante instrumental*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Camagüey, Cuba.
- ENGLE, R. F. y GRANGER, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-276.
- GUERRA, M. y GONZÁLEZ, IRIS MARÍA. (2008). Indicadores conducentes de la producción mercantil de la provincia de Camagüey. *Retos de la Dirección*, 2(2), 3-17.
- HANKE, J. E. y REITSCH, A. G. (1996). *Pronósticos en los negocios*. EE. UU: Prentice Hall.
- SURIÑACH, J.; ARTÍS, M.; LÓPEZ, E. y SANSÓ, A. (1995). *Análisis económico regional, nociones básicas de la teoría de la cointegración*. Barcelona: Antoni Bosch editor.