

# ANÁLISIS EMPÍRICO DEL ESTIMADOR PARA LA PRODUCCIÓN DE TABACO CON MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

**Diego Axel López Peláez\***

## Resumen

15

Utilizando modelos econométricos, de mínimos cuadrados ordinarios, buscamos un estimador para la producción del tabaco en México basado en variables como Personal ocupado (PEROCU), valor de la producción (VALPRO), Horas hombre (HORASHOMBRE), Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), y capacidad de planta utilizada en los establecimientos activos (CAPIN), con un periodo de 1994 a 2004. Se realizan todas las pruebas que demuestren que el estimador es eficiente, consistente e insesgado.

Palabras clave: Índice Nacional de Precios al Consumidor, mínimos cuadrados ordinarios y modelos econométricos.

Clasificación JEL: C22, C51, D24, L66.

## Introducción

Este estudio tiene como objetivo la demostración y aplicación de los modelos econométricos con variables reales de la economía Mexicana y bajo las teorías de crecimiento, donde la producción crece con un aumento de los factores (economías con rendimientos constantes a escala); para esto tomaremos como unidad de análisis la rama 23 de la producción manufactura Mexicana, “el Tabaco”, con información de las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática y del Banco de México.

La economía se encuentra principalmente centrada en el análisis de los recursos escasos de un país, para poder utilizarlos eficientemente. Una de sus principales fuentes de investigación son la cantidad total de la producción de bienes y servicios, así como el crecimiento de la producción.

Se han publicado modelos de teorías de crecimiento, los cuales explican el nivel de crecimiento de la capacidad productiva de la economía para la producción de bienes y servicios. Las conductas de largo plazo y muy largo plazo están orientadas a explicar estas características de la economía.

\* Estudiante de la licenciatura en Economía de la UAM-Azcapotzalco (sirdalp@gmail.com).

## Marco Teórico

La econometría es la integración de la teoría económica, las matemáticas y las técnicas estadísticas con el propósito de comprobar hipótesis sobre fenómenos económicos, estimar coeficientes de relaciones económicas, y predecir y pronosticar valores futuros de variables o fenómenos económicos. Esta técnica de estudio de las variables económicas nos ayuda a tener una estimación de relaciones entre producción, consumo, inversión y otros campos.

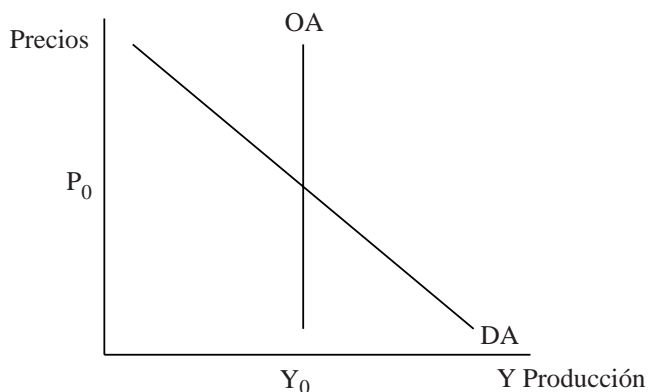
En este estudio es importante plantear la hipótesis de investigación, la cual es, conocer un estimador respecto a la producción de la Rama 23 (Tabaco) de la manufactura mexicana, por tanto lo que necesitamos conocer es ¿de qué forma afectan variables como los precios, el consumo y los salarios, a la producción del tabaco en México?

## 16 Teoría Económica. Modelos de Largo y Muy Largo Plazo

En el estudio de largo plazo y muy largo plazo, tanto el stock de capital, como los niveles de tecnología se pueden considerar relativamente fijos, pero también se toman en cuenta las perturbaciones temporales. Estas dos variables (capital fijo y tecnología) son las determinantes de la “producción potencial” (las capacidades de producción de la economía). Ahora, la oferta y demanda de bienes, en el largo plazo, es igual a la producción potencial, y las fluctuaciones de la demanda influyen en los precios y la inflación.

Podemos obtener una conclusión fundamental, la cual es que al largo plazo la producción se encuentra en dependencia de la oferta agregada (capacidad de producción dispuesta a ofrecer por las empresas a un precio dado), y los precios dependen tanto de la oferta agregada como de la demanda agregada (nivel de producción en que los mercados de bienes y dinero están en equilibrio a precios dados (véase Gráfica 1).

**Gráfica 1**  
**Oferta y demanda agregada a largo plazo**



## Crecimiento

El crecimiento económico es el resultado de la acumulación de factores de producción, especialmente de capital y del aumento de la productividad. Por tanto, estos dos factores explican el crecimiento económico.

### La función de producción

La función de producción establece una relación cuantitativa entre los factores y los niveles de producción, esto significa que la producción crece en base a los incrementos en los factores de producción y a los incrementos de la productividad provocados por la mejora de la tecnología y de la capacidad de la mano de obra.

Esto lo podremos observar simplificado en la siguiente formula:

$$Y = A f(K, L) \quad (1)$$

Donde  $Y$  es la producción,  $K$  el factor capital,  $L$  el factor trabajo y  $A$  el nivel de tecnología.

Considerando lo anterior podemos concluir que más factores indican más producción, esto es que el *producto marginal del trabajo*<sup>1</sup> (PMgL) y el *producto marginal del capital*<sup>2</sup> (PMgK) tienen un efecto positivo en  $Y$ .

Desarrollando la ecuación (1), obtenemos la ecuación que resume las contribuciones del crecimiento de los factores y de la mejora de la productividad al crecimiento de la producción:<sup>3</sup>

$$\Delta Y/Y = [(1-\theta)*\Delta L/L] + (\theta*\Delta K/K) + \Delta A/A \quad (2)$$

Donde  $(1-\theta)$  y  $\theta$ , con un valor de  $\theta=0.25$ , son valores de ponderación de la participación de los factores.

La tasa de crecimiento de la productividad total de los factores es la cantidad en que aumentaría la producción, como consecuencia de las mejoras de los métodos de producción si no se alterara la cantidad utilizada de ninguno de los factores.

Concluyendo, notamos que un cambio en el factor trabajo, genera un incremento tres veces mayor en  $Y$ , que un incremento en el capital.

<sup>1</sup> El aumento de la producción generado por un incremento del trabajo.

<sup>2</sup> El aumento de la producción generado por un incremento del capital.

<sup>3</sup> Por cuestiones practicas el desarrollo fue omitido, pero puede consultarse en Dornbusch, Fischer y Startz (2004: 79).

## Otras formas de la función de producción

De la fórmula genérica de la función de producción (1), se puede derivar la función de producción Cobb-Douglas:

$$Y = Ak^\theta L^{1-\theta}$$

La cual describe de una manera relativamente exacta la economía.

## La teoría del crecimiento: El modelo neoclásico

18

Esta teoría está bajo el supuesto de que no hay progreso tecnológico, el cual implica que se crea un equilibrio del estado estacionario en la economía a largo plazo (nivel de producción y capital), en este equilibrio lo que ocurre es que los incrementos o variaciones de la producción per cápita y del capital per cápita dejan de suceder,  $\Delta y=0$  y  $\Delta k=0$ .

Estas teorías del crecimiento siguen tres pasos.

- 1) Observa como algunas variables económicas determinan el estado estacionario de la economía.
- 2) Se estudia la transición de la posición en que se encuentra la economía a este estado estacionario.
- 3) Finalmente, se introduce el progreso tecnológico en el modelo

La función de producción expresada en magnitudes per cápita se formula de la siguiente manera:

$$y = f(k)$$

Cuando el capital aumenta, la producción aumenta (el producto marginal del capital es positivo), pero lo hace menos en los niveles de capital elevados que en los bajos (el producto marginal del capital es decreciente). Cada máquina adicional aumenta la producción, pero en una cantidad menor que la maquina anterior.

## Análisis empírico

La industria manufacturera mexicana es una de las más importantes dentro del PIB nacional; por tanto, el conocer un estimador que nos permita tomar decisiones que mejoren la productividad, en especial la rama del tabaco, generara un mejoramiento del ingreso nacional y de la producción total.

Para encontrar una solución apropiada a la hipótesis planteada y encontrar el estimador más eficiente, nos ayudaremos de un modelo econométrico, como es el modelo de regresión

lineal con mínimos cuadrados ordinarios, el cual nos muestra el grado de asociación de una variable y en qué dirección se encuentra, tomando un conjunto de observaciones. En ésta investigación se mostrará la metodología para encontrar el estimador que sea insesgado, consistente y eficiente; utilizando los supuestos del modelo clásico.

Se han realizado un buen número de trabajos empíricos con respecto a la producción de las diversas ramas manufactureras, mientras que en el caso de la rama 23 Tabaco (la cual se divide en Beneficios de Tabaco y Fabricación de cigarrillos), los estudios se han enfocado más en la reducción del consumo de éste, por ser considerado un producto nocivo para la salud, dichos estudios han tomado en cuenta los precios, salarios y consumos del tabaco dentro de México, así como las leyes que limitan la producción y consumo del mismo.

Todos los análisis se han basado en estimaciones que muestran que la producción de tabaco es la tercera actividad agrícola en México. Muestran datos como las zonas cultivables que se han incrementado en 30,000 hectáreas, el consumo nacional que se calcula en ventas cerca de 60,000 mil millones de dólares y un incremento de la producción de hoja de tabaco de 4,000 toneladas, desde 1998. Y a partir de los setentas ha pasado a emplear a 5,000 trabajadores.

En nuestro país se da la existencia de duopolio en el mercado tabacalero, pero incluso la producción tabacalera también tuvo grandes proyectos con los ejidatarios que les permitía a los pequeños productores crecer rápidamente, en este caso también se hallan los tratados de libre comercio, pero no muestran un modelo econométrico, esto es que no presentan estimadores que permitan conocer el crecimiento del sector en un periodo dado.

Por lo tanto, concluyendo, el cálculo de un estimador en la producción tabacalera mexicana, puede reflejar el comportamiento de esta importante rama en un tiempo dado y tener la información suficiente que permita un mayor crecimiento de la misma.

Para continuar el estudio tomaremos como variable dependiente a la producción física tabacalera de México desde enero de 1994 a diciembre de 2004, en periodos mensuales y precios constantes (PIBTABACO); las variables explicativas que tomaremos son las siguientes: personal ocupado (PEROCU), Valor de la producción (VALPRO), Horas hombre (HORASHOMBRE), Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), y Capacidad de planta utilizada e los establecimientos activos (CAPIN).

### **Modelo de mínimos cuadrados ordinarios**

Utilizando las series tomadas de las bases de datos del INEGI y BANXICO, y utilizando E-Views, podremos obtener el mejor estimados lineal insesgado (BLUE).

Es importante señalar que el análisis de regresión debe cumplir algunos supuestos importantes que verifiquen su eficacia:

- 1) Debe existir una relación Lineal: que las variables afecten a la variable dependiente, Relación lineal positiva.

- 2) Los parámetros deben ser constantes en toda la muestra.
- 3) No debe existir relaciones lineales exactas entre las variables explicativas. Cuando dos variables son exactas en su relación, estas explican lo mismo.
- 4) Los errores de perturbación o perturbaciones aleatorias deben ser:
  - a) Variables aleatorias,
  - b) independientes e igualmente distribuidas,
  - c) normales y
  - d) con media cero y varianzas constantes.

Si nuestro modelo no cumple con estos supuestos, se dice que es ineficiente, sesgado y no lineal, por tanto no proporcionará un estimador útil.

Ahora podemos ver en el Cuadro 1 una estimación de las series de datos, podemos ver el grado de normalidad de nuestras variables, basándonos en los valores de su sesgo, curtosis y la prueba Jarque-Bera.

El sesgo es la distancia que hay entre la distribución normal y la serie de datos, por tanto mientras más cercano sea a cero es mejor; en el caso de las series de datos de las variables explicativas, ninguna es cero, pero no son valores muy lejanos a este valor. La curtosis es la medida de la curva a lo ancho, y lo adecuado es que sea cercano a tres, y en el caso del Cuadro 1, la curtosis de todas las variables no se aleja del promedio. Por último, la idea de la fórmula de Jarque-Bera es comparar simultáneamente los valores obtenidos para los coeficientes de simetría y curtosis con los de referencia de una normal.

Podemos decir que todas las variables explicativas tienen distribución normal.

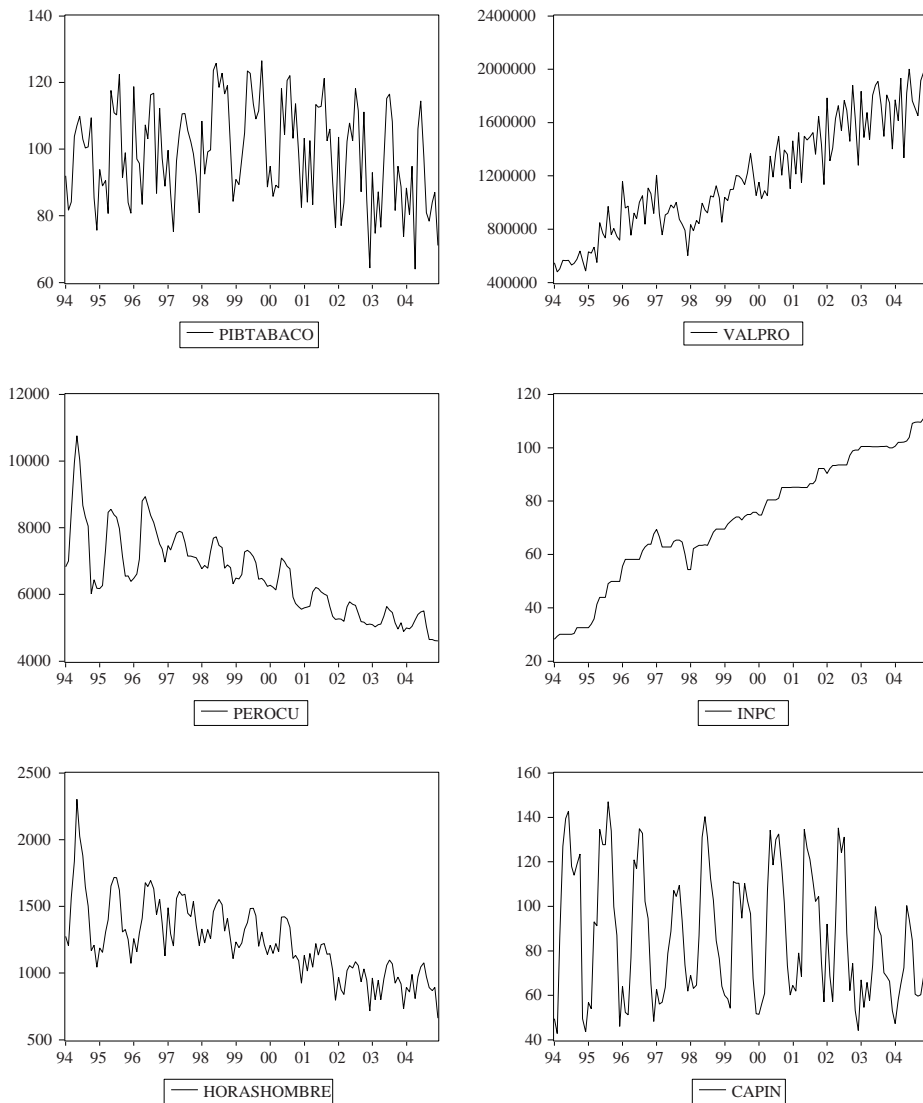
**Cuadro 1**  
**Tabla estadística**

|                         | <i>PIBTABACO</i> | <i>VALPRO</i> | <i>PEROCU</i> | <i>INPC</i> | <i>HORASHOMBRE</i> | <i>CAPIN</i> |
|-------------------------|------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|--------------|
| Date: 04/02/07          |                  |               |               |             |                    |              |
| Time: 07:38             |                  |               |               |             |                    |              |
| Sample: 1994:01 2004:12 |                  |               |               |             |                    |              |
| Mean                    | 98.87043         | 1174804.      | 6554.538      | 73.33723    | 1237.902           | 86.97803     |
| Median                  | 99.45435         | 1118834.      | 6473.000      | 74.03640    | 1209.500           | 84.70000     |
| Maximum                 | 126.5115         | 2001485.      | 10754.00      | 119.1760    | 2303.000           | 147.1000     |
| Minimum                 | 64.05460         | 478910.0      | 4613.000      | 28.25780    | 663.0000           | 42.90000     |
| Std. Dev.               | 14.56696         | 406911.9      | 1224.961      | 22.93550    | 281.0556           | 29.09176     |
| Skewness                | -0.095628        | 0.207013      | 0.678974      | -0.292438   | 0.629418           | 0.344334     |
| Kurtosis                | 2.168499         | 2.039604      | 3.354916      | 2.227860    | 3.768662           | 1.813371     |
| Jarque-Bera             | 4.003844         | 6.015781      | 10.83494      | 5.160543    | 11.96531           | 10.35294     |
| Probability             | 0.135075         | 0.049396      | 0.004438      | 0.075753    | 0.002522           | 0.005648     |
| Observations            | 132              | 132           | 132           | 132         | 132                | 132          |

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y BANXICO.

Las series de datos podemos observarlos en su representación gráfica, tomando como eje de las abscisas los periodo de 1994 a 2004, y en el eje de las ordenadas los valores en los cuales cada variable está medida.

**Gráfica 2**  
**Variables explicativas**



## Matriz de correlación

Esta matriz es una forma sencilla de mostrar cómo influye una variable con respecto a otra, ya sea positiva o negativamente. En este modelo la relación que nos interesa, es la que posea las variables explicativas con respecto a la producción del tabaco, y podemos ver que todas contienen un efecto positivo, excepto el INPC, que tiene un efecto negativo en el PIB tabaco, empíricamente esto podría deducirse fácilmente, puesto que nos guiamos por la oferta y demanda, y suponiendo que un aumento de precios siempre eliminará incentivos para el consumo, pero debemos considerar que el tabaco es un bien con elasticidad precio muy baja, o en otras palabras aun cuando su precio aumente, su consumo no disminuirá significativamente.

22

**Cuadro 2**  
**Matriz de correlación**

|             | <i>PIBTABACO</i> | <i>VALPRO</i> | <i>PEROCU</i> | <i>INPC</i> | <i>HORASHOMBRE</i> | <i>CAPIN</i> |
|-------------|------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|--------------|
| PIBTABACO   | 1.000000         | 0.072133      | 0.364675      | -0.149253   | 0.546532           | 0.726995     |
| VALPRO      | 0.072133         | 1.000000      | -0.751552     | 0.929556    | -0.629205          | -0.090586    |
| PEROCU      | 0.364675         | -0.751552     | 1.000000      | -0.798523   | 0.946273           | 0.512661     |
| INPC        | -0.149253        | 0.929556      | -0.798523     | 1.000000    | -0.731051          | -0.225740    |
| HORASHOMBRE | 0.546532         | -0.629205     | 0.946273      | -0.731051   | 1.000000           | 0.608018     |
| CAPIN       | 0.726995         | -0.090586     | 0.512661      | -0.225740   | 0.608018           | 1.000000     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

Ahora, tomando las series de datos, continuamos con la estimación usando el modelo de mínimos cuadrados y es posible observar los estimados t-Student, el estadístico F, el estadístico Durbin-Watson, la probabilidad, la  $R^2$  y la  $R^2$  ajustada.

Cada uno de estos estimados nos revela propiedades de cada una variable y del modelo mismo, por ejemplo el estadístico t-Student, nos muestra el nivel de significancia, esto es que tanto afecta esta variable explicativa a la variable dependiente; ello lo sabemos si el valor absoluto del estadístico t-Student es mayor que 2:

$$|t| > 2$$

Y como se presenta en el Cuadro 3, todas las variables son significativas en el modelo.

Mientras que el estadístico F, nos muestra el nivel de significancia grupal, lo cual nos genera valores altos, en el caso del Cuadro 3, un valor de 70.23041.

Otra forma de ver la significancia, es demostrar que la probabilidad sea menor a 0.05 para rechazar la  $H_0 =$  No significativa, y aceptar la  $H_a =$  Significativa.

Ahora la  $R^2$  y la  $R^2$  ajustada, son las que nos explican qué porcentaje de la variación de la variable dependiente está dado por las variables explicativas, se usa la  $R^2$  cuando sólo hay una variable explicativa y la  $R^2$  ajustada cuando hay más de dos variables explicativas. Por



tanto, según los datos de el Cuadro 3, 72.5454% de las variaciones que experimenta el PIB Tabaco, son ocasionadas por las variables explicativas.

**Cuadro 3**  
**Estadísticos con Mínimos cuadrados ordinarios**

| Dependent Variable: PIBTABACO |                    |                       |                    |              |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| Method: Least Squares         |                    |                       |                    |              |
| Date: 04/02/07 Time: 07:32    |                    |                       |                    |              |
| Sample: 1994:01 2004:12       |                    |                       |                    |              |
| Included observations: 132    |                    |                       |                    |              |
| <i>Variable</i>               | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i>     | <i>t-Statistic</i> | <i>Prob.</i> |
| VALPRO                        | 2.84E-05           | 5.36E-06              | 5.302539           | 0.0000       |
| PEROCU                        | -0.007654          | 0.002192              | -3.491573          | 0.0007       |
| INPC                          | -0.381250          | 0.093372              | -4.083141          | 0.0001       |
| HORASHOMBRE                   | 0.050367           | 0.008901              | 5.658850           | 0.0000       |
| CAPIN                         | 0.201563           | 0.032903              | 6.126014           | 0.0000       |
| C                             | 63.71071           | 9.869929              | 6.455032           | 0.0000       |
| R-squared                     | 0.735933           | Mean dependent var    |                    | 98.87043     |
| Adjusted R-squared            | 0.725454           | S.D. dependent var    |                    | 14.56696     |
| S.E. of regression            | 7.632665           | Akaike info criterion |                    | 6.947140     |
| Sum squared resid             | 7340.455           | Schwarz criterion     |                    | 7.078177     |
| Log likelihood                | -452.5113          | F-statistic           |                    | 70.23041     |
| Durbin-Watson stat            | 0.730764           | Prob(F-statistic)     |                    | 0.000000     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

**Otras pruebas de significancia**

**Prueba de Wald**

La prueba de Wald es aquella que mide el nivel de significancia de las variables explicativas de nuestro modelo, esto quiere decir qué tanto influyen en nuestra variable dependiente, en este caso la producción en volumen físico del tabaco.

Esta prueba es similar a la prueba t-Student, la única diferencia es que ésta puede realizarse ya sea de forma grupal o individual.

**Cuadro 4**  
**Prueba de Wald, para nivel de significancia**

|                    |          |             |          |
|--------------------|----------|-------------|----------|
| Wald Test:         |          |             |          |
| Equation: MODELO01 |          |             |          |
| Null Hypothesis:   | C(1)=0   |             |          |
|                    | C(2)=0   |             |          |
|                    | C(3)=0   |             |          |
|                    | C(4)=0   |             |          |
|                    | C(5)=0   |             |          |
| F-statistic        | 70.23041 | Probability | 0.000000 |
| Chi-square         | 351.1520 | Probability | 0.000000 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

## Pruebas de autocorrelación

Otro estadístico de importancia es el Durbin-Watson que nos indica el nivel de autocorrelación que existe entre las variables explicativas, lo cual viola el supuesto del modelo clásico, de que deben ser independientes e igualmente distribuidos. El estadístico D-W sólo mide autocorrelación de orden 1, y toma valores de 0 a 4, esto es que:

$$D - W \approx 4 \Rightarrow \text{Autocorrelación negativa de orden 1}$$

$$D - W \approx 0 \Rightarrow \text{Autocorrelación positiva de orden 1}$$

Por lo tanto, lo deseable para este estadístico es un valor cercano a 2:

$$D - W \approx 2$$

24

En el caso de el Cuadro 3, el estadístico D-W tiene un valor de 0.730764, con lo cual concluimos que existe autocorrelación positiva de primer orden.

Para poder corregir este problema (que es común en series de tiempo) utilizamos los denominados periodos rezagados agregando variables con periodos anteriores (t-1), esto se realiza fácilmente agregando (en E-views) a la ecuación la función AR (1), pero un periodo rezagado no es probable que genere la mejor solución, por tanto se debe realizar la prueba de autocorrelación serial LM.

## Prueba de autocorrelación serial LM

Esta prueba consiste en que se otorga una estimación nueva tomando en cuenta mínimo dos periodos rezagados, y comprobar si esto elimina lo más posible la autocorrelación de las variables explicativas. La probabilidad debe ser mayor que 0.05 para no rechazar la  $H_0$ = No autocorrelación.

### Cuadro 5

#### Prueba de autocorrelación serial LM con dos periodos rezagados

| Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test: |          |             |          |
|---|----------|-------------|----------|
| F-statistic                                 | 0.427050 | Probability | 0.653418 |
| Obs*R-squared                               | 0.918736 | Probability | 0.631683 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

Ahora, la prueba nos indica que es una buena opción agregar un AR (2) en la ecuación para reducir la autocorrelación, por tanto nos da como resultado el siguiente cuadro, donde el estadístico D-W es de 1.956833, cercano a 2.

**Cuadro 6**  
**Estimaciones con AR (1) y AR (2)**

| Dependent Variable: PIBTABACO                        |                    |                       |                    |              |
|--|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| Method: Least Squares                                |                    |                       |                    |              |
| Date: 02/28/03 Time: 00:33                           |                    |                       |                    |              |
| Sample(adjusted): 1994:03 2004:12                    |                    |                       |                    |              |
| Included observations: 130 after adjusting endpoints |                    |                       |                    |              |
| Convergente achieved after 8 iterations              |                    |                       |                    |              |
| <i>Variable</i>                                      | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i>     | <i>t-Statistic</i> | <i>Prob.</i> |
| VALPRO   | 4.66E-05           | 4.11E-06              | 11.33921           | 0.0000       |
| PEROCU   | -0.004469          | 0.001788              | -2.499594          | 0.0138       |
| INPC   | -0.741561          | 0.126253              | -5.873629          | 0.0000       |
| HORASHOMBRE  | 0.025826           | 0.006702              | 3.853295           | 0.0002       |
| CAPIN  | 0.207379           | 0.030571              | 6.783633           | 0.0000       |
| C  | 77.87316           | 13.17900              | 5.908881           | 0.0000       |
| AR(1)  | 0.576147           | 0.092660              | 6.217832           | 0.0000       |
| AR(2)  | 0.225895           | 0.094648              | 2.386681           | 0.0185       |
| R-squared  | 0.867202           | Mean dependent var    |                    | 99.05537     |
| Adjusted R-squared                                   | 0.859582           | S.D. dependent var    |                    | 14.58750     |
| S.E. of regresión                                    | 5.466280           | Akaike info criterion |                    | 6.294637     |
| Sum squared resid                                    | 3645.387           | Schwarz criterion     |                    | 6.471101     |
| Log likelihood                                       | -401.1514          | F-statistic           |                    | 113.8125     |
| Durbin-Watson stat                                   | 1.956833           | Prob(F-statistic)     |                    | 0.000000     |
| Inverted AR Roots                                    | .84                | 27                    |                    |              |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

### Pruebas de heteroscedasticidad

La prueba que se presenta a continuación, nos muestra la probabilidad del modelo para saber si se cumple el supuesto del modelo clásico, en el que las varianzas condicionales de los errores son constantes y con medias cero. Para saber si existe o no heteroscedasticidad lo que se necesita hacer es ver si la probabilidad calculada por la prueba de heteroscedasticidad blanca es mayor a 0.05, esto nos indicara que la hipótesis nula no se rechaza, y ella nos dice que hay homoscedasticidad.

**Cuadro 7**  
**Prueba de heteroscedasticidad**

|                                |          |             |          |
|--------------------------------|----------|-------------|----------|
| White Heteroskedasticity Test: |          |             |          |
| F-statistic                    | 1.577639 | Probability | 0.071231 |
| Obs*R-squared                  | 29.18378 | Probability | 0.084203 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI y BANXICO.

En el modelo actual podemos notar que no existe heteroscedasticidad, por tanto cumplimos el supuesto del modelo clásico, el cual nos dice que las medias deben ser igual a cero y varianzas constantes.<sup>4</sup>

### Ecuaciones del modelo

Para terminar este proyecto y después de realizar las pruebas necesarias para verificar la eficiencia del modelo y obtener el estimador que sea insesgado, eficiente y consistente, a continuación se presenta la ecuación final del modelo, el cual muestra que un cambio en las variables de personal ocupado (PEROCU) y el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), tienen un efecto negativo en la producción del tabaco, mientras que el valor de la producción (VALPRO), Horas hombre (HORASHOMBRE) y la capacidad de planta utilizada y los establecimientos activos (CAPIN), tienen efecto positivo en la producción de tabaco.

26

### Coefficientes de estimación:

Podemos observar el nivel de significancia de cada variable explicativa en el Cuadro 8, y comprobar esta ecuación.

$$\text{PIBTABACO} = 4.656196199\text{E-}05 * \text{VALPRO} - 0.004468579887 * \text{PEROCU} - 0.7415613612 * \text{INPC} + 0.02582606968 * \text{HORASHOMBRE} + 0.2073793643 * \text{CAPIN} + 77.87315754 + [\text{AR}(1)=0.5761473098, \text{AR}(2)=0.2258946089]$$

**Cuadro 8**  
**Estimaciones Finales**

| <i>Variable</i> | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i> | <i>t-Statistic</i> | <i>Prob.</i> |
|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| VALPRO          | 4.66E-05           | 4.11E-06          | 11.33921           | 0.0000       |
| PEROCU          | -0.004469          | 0.001788          | -2.499594          | 0.0138       |
| INPC            | -0.741561          | 0.126253          | -5.873629          | 0.0000       |
| HORASHOMBRE     | 0.025826           | 0.006702          | 3.853295           | 0.0002       |
| CAPIN           | 0.207379           | 0.030571          | 6.783633           | 0.0000       |
| C               | 77.87316           | 13.17900          | 5.908881           | 0.0000       |
| AR(1)           | 0.576147           | 0.092660          | 6.217832           | 0.0000       |
| AR(2)           | 0.225895           | 0.094648          | 2.386681           | 0.0185       |

continúa

<sup>4</sup> En el caso que existiera heterocedasticidad en el modelo, lo procedente es utilizar logaritmo natural en la ecuación, incluir la diferencia del logaritmo o en todo caso eliminar variables que genere la heterocedasticidad.

**Cuadro 8**  
**Estimaciones Finales**

| <i>Variable</i>    | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i>     | <i>t-Statistic</i> | <i>Prob.</i> |
|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| R-squared          | 0.867202           | Mean dependent var    |                    | 99.05537     |
| Adjusted R-squared | 0.859582           | S.D. dependent var    |                    | 14.58750     |
| S.E. of regression | 5.466280           | Akaike info criterion |                    | 6.294637     |
| Sum squared resid  | 3645.387           | Schwarz criterion     |                    | 6.471101     |
| Log likelihood     | -401.1514          | F-statistic           |                    | 113.8125     |
| Durbin-Watson stat | 1.956833           | Prob(F-statistic)     |                    | 0.000000     |
| Inverted AR Roots  | .84                | -.27                  |                    |              |

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y BANXICO.

## Conclusión

El modelo de mínimos cuadrados ordinarios es una herramienta útil para el cálculo de estimadores que representen, de moda simplificada, la realidad de la economía o un sector específico de la misma, además nos permite demostrar que la producción en la industria tabacalera está ligada a sus factores de producción, en especial al trabajo y a sus innovaciones tecnológicas (en menor medida), como lo afirman las teorías de crecimiento. Es necesario aclarar que en México su rezago tecnológico lo hace propenso a invertir más en factores en los que tiene ventaja comparativa (tal es el caso de la fuerza de trabajo) e importar productos que podrían producirse en el país. Esto no es necesariamente erróneo, pero el concentrar toda la inversión en manufactura dejando de lado la mejora de las técnicas de producción e innovación, así como sectores con grandes capacidades de crecimiento, provoca que la economía mexicana no tenga los resultados prometidos por la globalización.

## Bibliografía

- Dornbusch, R., Fischer, S., Startz, R. (2004). *Macroeconomía*. McGraw Hill, 9na Edición, México, cap 1 y cap 3.
- Rivas A., Salvador. (2006). *Análisis Empírico de los principales Determinantes del Gasto en Innovación y desarrollo para Países Desarrollados*. Tiempo económico, Revista de la división de ciencias sociales y humanidades. Num. 5, Vol. II. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. México, pp. 63–79.
- Varian, Hal R. (1998). *Análisis Microeconómico*. Antoni Bosh editor, 3ra edición, España, Cap 12 y cap 13.
- Verbeek, Marno. (2004). *A guide to Modern Econometrics*. John Wiley, 2da Edición, Inglaterra.

## Recursos electrónicos:

- Fernández, Viviana. (2007). *Apuntes de Teoría Econométrica*. Versión PDF.
- Méndez T. Martha (2004). *Alternativas Viabes al cultivo del Tabaco*. CMTC, versión PDF.  
<http://www.inegi.gob.mx>  
<http://www.banxico.org.mx>