

T →

WECON
JALIM

A → por Mario Coria Salas*

DE LA FUNCION DE PRODUCCION A LA FUNCION DE OFERTA

Considero que al referirnos a la función de oferta, es necesario discutir primero la relación que existe entre ésta y la función de producción, por lo cual iniciamos este artículo con dicho análisis.

Para ello, es necesario primero hacer algunas consideraciones sobre la función de producción (FP) en el sentido como lo señalan Handerson and Quant,¹ esto es, como economistas estamos interesados no en los aspectos ingenieriles de la F.P., digamos en el uso técnico de cada insumo, dado que pueden existir varias formas o combinaciones de insumos para producir una unidad. En general estas alternativas de producción pueden calificarse de *eficientes* o de *ineficientes*,** y para efectos de análisis económicos sólo nos referiremos a las primeras, asumiendo que los productores de maíz combinan sus insumos de manera eficiente. Por lo cual, el aspecto relevante del análisis de tales combinaciones lo constituye la discusión de su relación con el mercado a través de los precios de los insumos y los productos, que posibilite la maximización del beneficio como supuesto de comportamiento de los productores.

Empecemos pues, con el análisis estático de la función de producción como fundamento para la obtención de la función de oferta en el largo plazo. De acuerdo con

* Profesor investigador de la Sección de Graduados de la Escuela Superior de Economía del I. P. N.

** Por combinación *ineficiente* nos referimos a aquella que usa cuando menos una unidad más de cualquier insumo necesario para producir una unidad de producto en relación con otra combinación.

ello, por razones de simplicidad, vamos a asumir una función de producción Cobb-Douglas usando dos insumos, digamos Trabajo y Capital que expresaremos como X_1 y X_2 , respectivamente.

$$Y = A X_1^{b_1} X_2^{b_2} \quad (1)$$

La ecuación de costo total estará dada por la expresión

$$C = P_1 X_1 + P_2 X_2 \quad (2)$$

donde:

Y es la cantidad de maíz producido.

b_1 y b_2 son constantes conocidas y o $b_1 b_2$ 1

A representa el estado de la tecnología.

P_1, P_2 son los precios de los insumos X_1 y X_2 respectivamente.

Ya que el cambio en la producción a lo largo de una isocuanta es igual a cero, entonces de la ecuación (1) podemos determinar la tasa marginal de sustitución técnica (TMST), es decir:

$$dY = b_1 A X_1^{b_1-1} X_2^{b_2} dX_1 + b_2 A X_1^{b_1} X_2^{b_2-1} dX_2 = 0$$

de donde:

$$\frac{dX_1}{dX_2} = - \frac{b_2 X_1}{b_1 X_2} = TMST \quad (3)$$

dado que en equilibrio la relación de precios debe ser igual a la TMST, entonces:

$$\frac{b_2 X_1}{b_1 X_2} = \frac{P_2}{P_1} \dots \dots \dots (4)$$

de (4) podemos obtener:

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{P_2 b_1 X_2}{P_1 b_2} \dots \dots \dots (5)$$

sustituyendo este valor dentro de la ecuación (2) obtenemos:

$$C = P_1 \frac{P_2 b_1 X_2}{P_1 b_2} + P_2 X_2 = X_2 \left[\frac{P_2 b_1}{b_2} + P_2 \right] \dots \dots (6)$$

La proporción de X_1 y X_2 asumida en (6) es tal que esta minimiza el costo de producción de cualquier nivel de Y. Sustituyendo el valor de X_1 de la ecuación (5) en la ecuación (1).

$$Y = A \left(\frac{P_2 b_1}{P_1 b_2} X_2 \right)^{b_1} X_2^{b_2} = A \left(\frac{P_2 b_1}{P_1 b_2} \right)^{b_1} X_2^{b_1 + b_2} \dots (7)$$

despejando la expresión (7) para X_2 obtenemos:

$$X_2 = \left[\frac{A^{-1} \left(\frac{P_2 b_1}{P_1 b_2} \right)^{-b_1} Y}{1} \right]^{\frac{1}{b_1 + b_2}} \dots \dots \dots (8)$$

obtenido el valor de X_2 como una función de la cantidad producida, podemos sustituir dicho valor dentro de la ecuación de costo a largo plazo expresada en (6), obteniendo así el costo como una función de la cantidad producida.

$$C = \left[\frac{P_2 b_1}{b_2} + P_2 \right] A^{-1} \left[\frac{P_2 b_1}{P_1 b_2} Y \right]^{-b_1} \frac{1}{b_1 + b_2} \dots \dots (9)$$

Dado el hecho de que el máximo beneficio (mínima pérdida) se obtiene cuando ingreso marginal (I Ma) es igual al costo marginal (C Ma), entonces derivando C con respecto a Y obtenemos el C Ma.

dado que $\frac{dC}{dY} = P_y$ en equilibrio entonces:

$$Y = P_y \frac{1}{A} \left[\frac{b_1 + b_2}{1 - b_1 - b_2} \right] \left[\frac{b_2}{b_1} \right]^{\frac{b_1 + b_2}{1 - b_1 - b_2}}$$

$$\left(\frac{P_2 b_1}{P_1 b_2} \right)^{\frac{b_1}{1 - b_1 - b_2}} \quad (11)$$

La ecuación (11) representa la función de oferta de largo plazo que maximiza el beneficio del producto (o minimiza pérdidas) para cualquier precio del mercado mayores que el número costo medio unitario, suponiendo desde luego, que tanto el precio como la función de producción están correctamente anticipados y que el agricultor es maximizador del beneficio. La ecuación (11) representa la oferta de maíz como una función del precio de cada insumo y del precio del maíz, dado que A está determinado en la función de producción, siendo ésta una cantidad definida.

Heady² dice que "la función de oferta podría ser derivada directamente de la función de producción si la incertidumbre, el crédito, el retraso de conocimientos, las metas no monetarias y los cambios bruscos en los factores fijos no existieran" pero sabemos que estas situaciones en general están presentes en la actividad económica diaria de los productores de maíz, por lo cual la estimación presentada por (11) se dificulta aún más.

Pero a pesar de ello, la función de oferta derivada de la función de producción nos provee de un concepto inicial de análisis para determinar las variables relevantes que deben ser consideradas en la función de oferta del maíz. Por lo cual, conociendo dichas variables y parámetros, es posible a través de modelos de regresión, estimar dicha función.

Reconocer que existen muchos factores que pueden hacer extre-

madamente difícil la estimación de la función de producción, es lo mismo que reconocer que es algo menos que imposible reflejar la realidad económica del agricultor en un modelo matemático o estadístico, pero ello no es nada nuevo, pues todos estamos conscientes de tal situación.

Conocer las limitaciones de la investigación, implica estar conscientes de la magnitud del sesgo que éstos imponen a la investigación, pero se debe tener siempre en mente el objetivo de reducir éste, lo más posible, buscando las formas que puedan hacer posible solucionar algunas de estas dificultades, como las mencionadas por Heady en su artículo "Usos y conceptos en el análisis de oferta"³ es decir:

1. El hecho de que relativamente pocas firmas agrícolas practican un solo producto.
2. No todos los productos son técnicamente competitivos.
3. No siempre es posible medir con exactitud e independientemente los insumos usados para cada producto.
4. Los servicios de muchos recursos, no pueden ser asignados con precisión entre los distintos productos en que son transformados tales recursos.

Así que la representación de la función de producción es en verdad una gran tarea, y la presencia de las dificultades mencionadas hacen aún más difícil el trabajo de investigación empírica. Pero tampoco podemos negar la utilidad de la Teoría, ya que de ella obtenemos las principales guías para el trabajo empírico. Por lo que creo que la conceptualidad sobre las variables que juegan o deben jugar los roles principales en un trabajo empírico-científico, deben ser derivadas de la teoría económica. Por lo tanto, lo que hasta ahora tenemos del anterior desarrollo, es que los precios tanto de los insumos como del producto, deben ser incluidos en nuestra estimación.

La forma como vamos a hacer dicha estimación, es cuestión de seleccionar los procedimientos (matemáticos) de los cuales podemos

derivar algunas conclusiones, ello implica la selección del modelo matemático, descansando sobre la clase de supuestos que consideramos se ajustan mejor al problema empírico, así como también al tipo de agregación y el nivel de certidumbre asumida sobre las variables explicativas.

EL MODELO CONCEPTUAL

Para estimar la oferta de maíz, suponemos que una vez que los agricultores hacen su decisión sobre el área que sembrarán con maíz, ellos han implícitamente determinado la cantidad de maíz que quieren producir, aunque los agricultores están conscientes de que dicha cantidad depende también de las condiciones climáticas, así como del grado de atención que ellos pongan durante el período de crecimiento. En otras palabras, estamos asumiendo que la tecnología está dada para el agricultor, así que las cantidades de insumos a combinar es fija o predeterminada, es decir, si todo se comporta como los agricultores esperan, ellos aplicarán la semilla, el fertilizante, y el trabajo cuando éste sea necesario y en las cantidades determinadas por la tecnología. Básicamente si el precio del maíz y la lluvia satisfacen sus expectativas. En el caso del precio de los insumos, éstos no representan incertidumbre a nivel considerable ya que éstos precios son estables al menos para el período *siembra-cosecha*. Por lo tanto, tenemos dos aspectos a ser considerados en el modelo conceptual.

1. La decisión de los agricultores sobre el área que desean sembrar es una función del precio esperado del producto y del precio de los insumos.
2. El ajuste parcial del rendimiento por causa de las condiciones del tiempo y de los cambios reales en el precio del maíz durante el período de su crecimiento.

El segundo aspecto implica que el rendimiento podría ser afectado si el precio del maíz cambia antes del tiempo de cosecha es decir, si el precio disminuye, es

posible que el agricultor no aplique las cantidades de fertilizante planeadas, así mismo, es posible que no aplique las cantidades de trabajo planeadas, ello por supuesto deberá afectar el rendimiento esperado de la misma forma como lo harían las condiciones climáticas como la lluvia.

Vamos ahora a expresar nuestro modelo de oferta de maíz de la siguiente forma:

Cantidad de maíz (M) = (Área plantada (a) por Rendimiento planeado (por unidad de área) —“Y” por ajuste al rendimiento— Y*

$M = A \cdot Y$ donde $A = a \cdot Y$

Este modelo no es nada más que la identidad que nos muestra los elementos básicos en la producción de maíz. Cada uno de estos elementos representa una variable que debería ser determinada por el agricultor antes de la siembra, sin tomar en consideración el ajuste posible al rendimiento, como una reacción de comportamiento de un dado conjunto de condiciones que influyen en los agricultores a hacer sus decisiones acerca de:

- a) La cantidad de tierra que será usada para la siembra de maíz y,
- b) La cantidad de cuidado que el agricultor ponga sobre el cultivo durante el período de crecimiento.

Por lo tanto, la *oferta total de maíz*, será la agregación de las decisiones individuales sobre el particular.

La anterior definición de la función de oferta no es de mucha ayuda, ya que ésta no nos dice cuáles son las variables relevantes que son tomadas en consideración por cada agricultor para hacer sus decisiones sobre los aspectos arriba mencionados. Aún más, podemos preguntarnos si el conjunto de variables relevantes es el mismo para cada agricultor, en esta forma es muy probable que concluyamos que la única forma de estimar la función de oferta de maíz sería estimando la función de oferta de cada productor individual. Pero aún suponiendo que ello sea factible (ya que ello

representa una enorme tarea), la incertidumbre seguirá estando presente básicamente, debido a las condiciones climáticas, y ello debilitaría cualesquier posible estimación.

Por lo tanto, la derivación de una función de oferta de la información relacionada con la función de producción y la conducta individual, representa una gran tarea, debido a la existencia de dificultades difíciles de solucionar, tales como:

1. Diferencias entre las unidades productoras en capacidad de administración de insumos y tecnología.
2. Multiplicidad de productos que son interdependientes en la producción.
3. Errores de medición en los niveles de insumos tales como capital, fertilizante, etc.

Lo que hace poco menos que imposible la determinación de una situación exacta. Esto es verdad aún si suponemos la existencia de cierta clase de función de producción como en el caso de la programación lineal. Por lo cual, considero que tal estimación como la presentada al principio, es útil sólo en el sentido conceptual, de lo cual, considero que podremos derivar algunos criterios para la estimación empírica.

Hasta ahora hemos hablado acerca de la función de oferta en el sentido microeconómico, suponiendo que la suma horizontal de las producciones individuales formarán la oferta total de maíz.

EL PROBLEMA DE LA AGREGACION

Anteriormente mencionamos que existen diferencias entre los agricultores individuales, así que la agregación debe ser usada con algunas reservas, pero la agregación de las firmas individuales es necesaria antes de poder derivar algún resultado útil para fines de predicción o de política económica.

El procedimiento que usa Theil,⁴ para la agregación, puede ser de bastante utilidad en el análisis de la oferta basado sobre la

agregación de información de series de tiempo relacionada con investigación sobre funciones de producción de la firma agrícola y de las ofertas individuales que pueden derivarse. Pero, de acuerdo con Nerlove y Bachman,⁵ el procedimiento que sigue Theil sufre de dos serios defectos: Primero, éste no nos permite utilizar información sobre las funciones de oferta individuales para derivar, fundamentar o modificar el análisis de la oferta agregada. Segundo, no toma en consideración que las relaciones macroeconómicas pueden ser de carácter fundamentalmente diferentes a las relaciones microeconómicas. Nerlove y Bachman sostienen que tales diferencias se deben fundamentalmente a la presencia de la desigual distribución de los factores fijos, las diferencias en conocimiento técnico entre las empresas agrícolas, así como a diferencias institucionales.

Por otro lado, Grunfeld y Griliches,⁶ opinan que la agregación no sólo produce *errores de agregación*, sino que también puede producir *ventajas de agregación*. En su artículo, los autores muestran que a pesar de las aparentes contradicciones, la agregación de funciones ofrece una mejor explicación de la variación de las variables dependientes que la combinación de resultados de un gran número de micro-funciones. Concluyen dichos autores, en que dado que la perfección es poco probable en la estimación de micro-funciones, entonces no hay razón por lo que las ecuaciones agregadas deban ser menos útiles que la combinación de todas las micro-funciones. Aún más, los mencionados autores aseguran que la estimación del rendimiento agregado, de hecho, explican con más precisión el comportamiento agregado que la explicación derivada de la predicción que podría resultar de la combinación de las micro-ecuaciones.

Así que, para los propósitos de este trabajo, evitaremos la discusión sobre las diferencias individuales entre agricultores y regiones. Tal como Nerlove y Bachman

han señalado, suponiendo que los agricultores tienen un comportamiento económico similar, así como que las condiciones en que los agricultores producen, son más o menos parecidas. Considero que este supuesto no está muy lejos de la realidad, ya que los productores de maíz en su mayoría son temporeros y la tierra también es de calidad similar y el tamaño de los predios también es parecido, además de tener una situación económica similar. Con esto no queremos decir que los resultados de nuestro modelo serán totalmente confiables, pero dada la necesidad de agregación básicamente para política económica y predicción, nuestro modelo observa la información agregada descansando sobre las conclusiones expresadas por Theil-Grunfeld y Griliches.

EL PRECIO ESPERADO

a) *El área plantada.*

Como hemos expresado, de la función de producción obtenemos el tipo de variables y parámetros que podríamos tomar en consideración para la estimación de la función de oferta por medio de técnicas de regresión.

El modelo conceptual que vamos a estimar $M = A \cdot Y^*$ fue presentado antes. El área usada para maíz será una función del precio que los agricultores esperan, regirá al tiempo de la cosecha, del precio de mercado de cada insumo, y el precio de productos relacionados tales como el frijol y el trigo, es decir:

$$a = f(P_m^e, P_s, P_f, P_b, P_w)$$

El único problema es que los agricultores no conocen el precio del maíz por adelantado, así que éstos tendrán que aceptar algún riesgo cuando hacen sus decisiones sobre el área que desean plantar de maíz. Esta clase de incertidumbre fue usualmente resuelta asumiendo que el precio del año anterior es la variable sobre la que los agricultores reaccionan para tomar sus decisiones. Pero Marc Nerlove⁷ presenta un punto de vista un poco diferente, él dice que los agricultores reaccio-

nan en relación no del precio anterior, sino en relación al precio que ellos esperan, dependiendo éste último sólo en una proporción del precio del año pasado. Así que Nerlove supone que cada año el agricultor revisa sus expectativas sobre el precio que prevalecerá al tiempo de la cosecha, expresando esta expectativa como una proporción del error incurrido al predecir el precio en el período presente.* En nuestro modelo econométrico, usaremos el procedimiento recomendado por Nerlove.** Por lo tanto el área a ser plantada de maíz en el período "t" puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Q_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_{t-1} + \alpha_2 Q_{t-1} + \alpha_3 P_{st} + \alpha_4 P_{ft} + \alpha_5 P_{bt} + \alpha_6 P_{wt} + \alpha_7 T + V_t \dots \dots (13)$$

El modelo será estimado en forma logarítmica. Ajustando la ecuación a una forma logarítmica, uno obliga a que la tasa de cambio sobre el período de observación sea constante, y como resultado los coeficientes estimados pueden ser interpretados como elasticidades. α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 , α_6 , α_7 , representan el área plantada, el precio del maíz, el precio de la semilla, del fertilizante del frijol y del trigo respectivamente. t expresa el año, T expresa tiempo y V_t es el término de error.

b) *La variación del rendimiento.*

Aún tenemos otro aspecto importante a discutir, esto es, de qué manera capturaremos la variación del rendimiento que las lluvias y las variaciones del precio del maíz impondrán.

Antes de abordar este aspecto específico, debemos notar que la primera interrogante hecha anteriormente con respecto al área que los agricultores desean utilizar

* El precio de la mano de obra no está considerada en este trabajo ya que para el cultivo que nos ocupa no es común contratar mano de obra, suponemos que el trabajo familiar es básicamente el trabajo utilizado, así que los salarios rurales no son considerados como una variable de decisión, además de que el costo de oportunidad de este insumo es muy cercano a cero.

** Ver bibliografía.

para el maíz, está de hecho contestada con la expresión (13), pero debemos notar también que tal decisión tiene implícito el supuesto de que la tecnología está dada. En otras palabras, ya que al agricultor conoce la superficie que plantará, entonces también conoce las proporciones de insumos que él usará por unidad de área, esto implica que *el rendimiento está casi determinado* debido al supuesto de tecnología dada. Pero hay aún algunas variables que pueden afectar éste, tales como: el precio del maíz durante el período de crecimiento y el nivel de las lluvias.

La primera de ellas es importante, porque si el precio aumenta o disminuye en relación al esperado, es posible que el agricultor ponga más esfuerzo o se desanime respectivamente, lo cual por supuesto afectará el rendimiento. Podemos calificar tal situación como un efecto del mercado (nada tiene que ver con la tecnología). El problema aquí es, cómo representan este precio en el período de siembra, que es obviamente una clase diferente de precio esperado, o al menos este precio esperado afectará en forma diferente la oferta que el precio esperado al que nos referimos en la ecuación del área. Vamos primero a expresar la proposición de arriba.

$$Y^* = f_1(P_t, R_t) \dots \dots (14)$$

donde Y^* es el ajuste al rendimiento por causa de los factores inciertos mencionados. P_t^* es el precio del maíz durante el período de crecimiento el cual puede ser mayor, igual o menor que el precio esperado, $P_t^* = P_t^e$.

R_t expresa la lluvia, dicha variable es muy importante porque como sabemos, aproximadamente el 90% de los productores de maíz son temporeros de tal suerte, que la lluvia constituye su fuente principal de agua.

Por causa de falta de información, sobre las fluctuaciones mensuales del precio del maíz, aplicaremos el procedimiento de Nerlove para tal expectativa. Ello implica que supondremos que $P_t^e = P^*$, por lo cual los resultados de-

ben tomarse con reserva. Además, debo decir que no fue posible encontrar algún antecedente o investigación empírica sobre el asunto, por lo tanto, no tengo ninguna clase de justificación válida para hacer dicho supuesto, pero el hecho de que una variación en las expectativas de los agricultores debe afectar el rendimiento, es la única razón por la cual hago el mencionado supuesto. Por tanto, nuestro modelo econométrico para esta expresión será:

$$\log Y_t^* = \beta_0 + \beta_1 \log P_{t-1} + \beta_2 \log Y_{t-1} + \beta_3 \log R_t + U_t + \dots \quad (15)$$

donde Y_t^* , P_t fueron definidos anteriormente, R_t expresa la lluvia y U_t es el término de error.

LA ELASTICIDAD DE LA FUNCION DE OFERTA

Para empezar, vamos a definir el concepto de elasticidad. La elasticidad de largo plazo de la oferta (E_s), es definida como la variación porcentual en la cantidad ofrecida dada una variación porcentual en el precio, esto es:

$$E_s = \frac{dM}{dP^e} \cdot \frac{P^e}{M} \quad (16)$$

hemos definido anteriormente a M como el producto de Y^* por A y cada una de estas variables como función del precio esperado del Maíz, de lo anterior, tenemos que:

$$\frac{dM}{dP^e} = \frac{dM}{dA} \frac{dA}{dP^e} + \frac{dM}{dY^*} \frac{dY^*}{dP^e}$$

$$\text{pero } \frac{dM}{dA} = Y^* \text{ y } \frac{dM}{dY^*} = A$$

por lo tanto:

$$\frac{dM}{dP^e} = Y^* \frac{dA}{dP^e} + A \frac{dY^*}{dP^e}$$

multiplicando esta expresión por

$$\frac{1}{Y^* A} \text{ tenemos:}$$

$$\frac{dM}{dP^e} \frac{1}{Y^* A} = \frac{1}{A} \frac{dA}{dP^e}$$

$$+ \frac{1}{Y^*} \frac{dY^*}{dP^e}$$

dado que $M = Y^* A$ y multiplicando esta última expresión por P^e , tenemos:

$$\frac{dM}{dP^e} \frac{P^e}{M} = \frac{P^e}{A} \frac{dA}{dP^e} + \frac{P^e}{Y^*} \frac{dY^*}{dP^e} \quad (17)$$

lo cual es la expresión de la elasticidad de oferta. Podemos expresar la expresión (17) como sigue: $E_s = E_A + E_{Y^*} \dots \dots \dots (18)$

La expresión (18) nos dice que la elasticidad de la oferta será igual al cambio porcentual del área plantada más el cambio porcentual del ajuste del rendimiento dado un cambio porcentual en el precio esperado para el maíz.

Como podemos ver, dicha elasticidad no depende sólo del área, ya que las variaciones en el precio no afectan sólo al área sino también al rendimiento, una vez que el área fue afectada. (8)

EL MODELO ESTADISTICO Y LOS DATOS

Para este trabajo utilizaremos mínimos cuadrados ordinarios para la estimación del área y la variación del rendimiento.

El modelo estadístico, como se expresó antes, consiste de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Producto anual del maíz. } M = A \cdot Y^* \dots \dots \dots (19)$$

donde el área plantada es

$$A = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 + \alpha_6 X_6 + \alpha_7 X_7 + U_1 \dots \dots (20)$$

y la variación del rendimiento es:

$$Y^* = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + U_2 \dots \dots \dots (21)$$

donde:

- X_1 = Logaritmo del precio del maíz para el período $t - 1$
- X_2 = Logaritmo del área para el período $t - 1$
- X_3 = Logaritmo del precio de la semilla
- X_4 = Logaritmo del precio del fertilizante
- X_5 = Logaritmo del precio del

frijol

X_6 = Logaritmo del precio del trigo

X_7 = Logaritmo de la variable tiempo

X_8 = Logaritmo de la lluvia

U_1 y U_2 son los términos aleatorios del error

Las predicciones a priori de los coeficientes son como siguen:

$$\alpha_1 > 0; \alpha_2 > 0; \alpha_3 < 0; \alpha_4 < 0; \alpha_5 < 0; \alpha_6 < 0; \alpha_7 \leq 0; \beta_1 > 0; \beta_2 \leq 0; \beta_3 > 0 \text{ y } \beta_4 \geq 0$$

LA INFORMACION

Como es bien sabido, la clave para que una investigación sea útil y tenga aplicabilidad empírica, es la calidad de la información. Pero desafortunadamente, esta información no es tan amplia como el investigador quisiera además de que el acceso a la misma es también limitado, como en la mayoría de los países subdesarrollados, existe una terrible deficiencia de información tanto en cualidad como en cantidad, México no es la excepción, así que para este estudio la información publicada por la Dirección de Economía Agrícola, por la antes Secretaría de Recursos Hidráulicos y por la F.A.O., ha sido la fuente básica para alimentar nuestro trabajo.

Conscientes de la limitación de información, ésta ha sido usada bajo el criterio de que alguna información es mejor que nada.

Con respecto a la variable lluvia, fue considerada la precipitación mensual durante los meses relevantes para el maíz en las regiones donde este cultivo representa una parte importante de la actividad agrícola. De estas precipitaciones mensuales en cada región (36 diferentes regiones distribuidas en todo el país) se obtuvieron los promedios anuales para cada región y finalmente el promedio anual para todo el país, referidos éstos a cada año considerando en nuestras observaciones, 1950-1974.

En relación con el fertilizante y la semilla, no obtuvimos información para algunos años de nuestra serie, así que para completar

las mismas, fue necesario interpolar para completar la misma.

A pesar de que el precio del maíz ha sufrido variaciones durante los períodos anuales, la información oficial obtenida, sólo reporta el precio promedio anual por cultivo, de igual forma sucede con el rendimiento.

Por lo tanto, consideramos que es posible mejorar los resultados con una información más detallada, que nos permitiera desagregar el modelo para tener resultados más confiables. Es decir, la exactitud de la estimación podría ser mejor si ésta fuera calculada por regiones para de ello agregar tales resultados.

Por lo anterior, los resultados obtenidos deben ser juzgados a la luz de las anteriores observaciones.

PRESENTACION DE RESULTADOS

El área plantada fue estimada como una función de las variables ya señaladas, pero la variable tiempo está altamente correlacionada con el resto de variables, por lo que decidimos eliminar ésta. Por otro lado, el coeficiente de X_6 (precio del trigo) no fue significativo, por lo que también fue eliminada del modelo.

La ecuación final de la estimación del área es como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Log. } A &= .9386 + 0.763 \text{ Log. } X_1 \\ &\quad (.0573) \\ &+ .2550 \text{ Log. } X_2 + .4533 \text{ Log. } X_3 \\ &\quad (.1897) \quad (.3012) \\ &- .1164 \text{ Log. } X_4 + .3168 \text{ Log. } X_5 \\ &\quad (.0764) \quad (.1060) \\ &\dots\dots\dots (22) \end{aligned}$$

$R^2 = .957$. Las cifras entre paréntesis es el error standard.

Debemos señalar que el valor de R^2 puede ser muy elevado debido a la presencia de variables retrasadas. Por la misma razón, los valores del estadístico Durbin Watson no tienen ningún significado para nuestro modelo. Todas las variables fueron significativamente diferentes de cero a un nivel de .10.

Para obtener las elasticidades de corto plazo, de nuestra función de oferta, vamos a sacar de la expresión (22) el área retrasada un

período, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Log. } A^* &= \alpha_0 + \alpha_1 X_1 \\ &+ \alpha_2 X_3 + \alpha_3 X_4 \\ &+ \alpha_4 X_5 \dots\dots\dots (23) \end{aligned}$$

En la formulación de la distribución del retraso, es postulado que (ver apéndice):

$$(A - X_2) = \gamma(A^* - X_2)$$

donde A^* es el área deseada a ser plantada con maíz y γ representa el coeficiente de ajuste, esta última, representa la proporción de ajuste del área deseada para el cultivo en cualquier año como respuesta al estímulo económico. Entonces si postuláramos que:

$$\begin{aligned} A^* &= b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_3 \\ &+ b_3 X_4 + b_4 X_5 \quad (24) \end{aligned}$$

entonces

$$\begin{aligned} A - X_2 &= \gamma(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_3 \\ &+ b_3 X_4 + b_4 X_5 - X_2) \\ &= \gamma b_0 + \gamma b_1 X_1 \\ &+ \gamma b_2 X_3 + \gamma b_3 X_4 \\ &+ \gamma b_4 X_5 - \gamma X_2 \end{aligned}$$

Por tanto;

$$\begin{aligned} A &= \gamma b_0 + \gamma b_1 X_1 \\ &+ (1 - \gamma) X_2 + \gamma b_2 X_3 \\ &+ \gamma b_3 X_4 + \gamma b_4 X_5 \dots (25) \end{aligned}$$

Lo cual es básicamente la misma conclusión obtenida antes, así que dados los resultados de la estimación de la ecuación anterior (en forma logarítmica), tenemos que la elasticidad de ajuste es igual a .3423. El hecho de que nuestra estimación está definida en forma logarítmica, nos permite interpretar el coeficiente de X_2 como una elasticidad directa. Por lo cual, podríamos decir que el 34% del ajuste indicado es completado dentro del período de un año. (9).

Para computar la elasticidad de corto y largo plazos, usaremos la ecuación 23 y 25. De la elasticidad de ajuste, en la ecuación 25 podemos derivar el coeficiente de la función para el área de equilibrio deseada de largo plazo (10), y de la expresión (23) obtenemos la elasticidad de corto plazo para el área dada una variación en el precio.

$$\begin{aligned} \text{Log. } A^* &= 1.3823 \\ &+ .1166 \text{ Log. } X_1 + .5045 \text{ Log. } X_3 \\ &\quad (.049) \quad (.305) \\ &- .1479 \text{ Log. } X_4 - .4332 \text{ Log. } X_5 \\ &\quad (.074) \quad (.062) \\ &\dots\dots\dots (26) \end{aligned}$$

Por lo tanto, la elasticidad precio de corto plazo del área de maíz

ha sido estimada en .08 mientras que la de largo plazo es estimada en .12. Lo que significa que si el precio del maíz se incrementa en 100%, podemos anticipar que el área plantada se incrementará en 8%, *ceteris paribus*.

Además, podríamos decir que si hubiera suficiente tiempo para que un completo ajuste tenga lugar, entonces un 100% de incremento en el precio del maíz tendrá un efecto de un incremento en el área plantada del 12%.

Con respecto a nuestras expectativas sobre el signo de los coeficientes, vemos que dichos signos para el precio de la semilla X_3 y el precio del frijol X_5 fueron opuestos a lo que esperábamos.

La única explicación empírica que podría explicar tal resultado, es que el precio de la semilla, ha sido bastante estable durante el período de estudio (1950-1974), por lo cual, es difícil hacer un juicio al respecto. En relación con el precio del frijol, existe el hecho que podría dar sentido a nuestro resultado, esto es, en México muchos agricultores practican la siembra del maíz y del frijol intercalados en la misma área de cultivo, ello con propósitos de nitrogenar el terreno, así que es posible que para efectos de oferta estos cultivos pueden ser considerados como complementarios, lo cual implica que el comportamiento del área para maíz podría estar directamente correlacionado con el precio del frijol. Hasta donde yo sé, esta práctica es común en algunas regiones del sur y del centro de México, pero definitivamente es de recomendarse más investigación al respecto para poder soportar tales resultados.

LA ECUACION DEL AJUSTE AL RENDIMIENTO

Esta ecuación es considerada como una expresión que puede capturar las modificaciones que históricamente ha tenido el rendimiento, después que el maíz ha sido plantado y antes del período de cosecha. Aquí encontramos que

el precio del maíz no tiene ningún efecto significativo sobre el rendimiento durante el período de crecimiento. Los resultados encontrados se presentan en las siguientes dos ecuaciones.

$$\text{Log. } Y^* = -.1613 - .0140 \text{ (}.0377\text{)}$$

$$\text{Log. } X_1 + .9650 \text{ Log. } X_8 \text{ (}.0886\text{)}$$

$$+ .1141 \text{ Log. } X_9 \dots \dots \dots \text{ (}.0866\text{)}$$

así que la estimación sin X_1 fue como sigue:

$$\text{Log. } Y^* = -.795 + .9358 \text{ (}.0576\text{)}$$

$$\text{Log. } X_8 + .075 \text{ Log. } X_9 \dots \text{ (}.0127\text{)}$$

Los signos en esta ecuación fueron como lo esperábamos.

El aspecto principal que podemos señalar aquí, es que, de hecho no existe ninguna razón por la cual el precio esperado que los agricultores tienen al principio de la siembra, deba afectar el rendimiento durante el período de crecimiento de la planta, asimismo, este supuesto no refleja lo que tratamos de hacer, pero debo decir que no fue posible encontrar información a través de la cual la estimación de la variación mencionada fuera posible. Es decir, si hubiésemos contado con series de precios mensuales que hubiesen hecho posible correlacionar el precio del maíz a la mitad del período con el rendimiento al tiempo de la cosecha, tal estimación pudiera haber sido significativa.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al modelo econométrico aplicado, encontramos que la elasticidad precio de oferta del maíz en el corto plazo es de .08, lo que implica una oferta bastante inelástica, ello es un resultado muy interesante, que refleja la baja participación en el mercado de los agricultores que practican el maíz. Además debemos hacer notar que la respuesta de la producción por incentivos de precio, es muy lenta, pues en el primer año después de un incremento en el precio, obtuvimos que del incremento de la producción sólo era de un

34% de lo que la elasticidad precio señala, es decir del doce por ciento de variación en la producción esperada, sólo el 34% se genera en el primer año después de haberse variado el precio.

2. Lo anterior, podría indicarnos que la política de precios de garantía es ineficiente para promover el incremento de la producción de maíz. Debido ello quizá a que la mayoría de los agricultores es de autoconsumo y que dada su baja demanda por dinero, el incremento en precios para el maíz representa la obtención del dinero necesario para complementar sus dietas con menor cantidad del producto, lo cual implica una reducción real de la oferta y que puede significar la explicación de la baja elasticidad de la oferta de maíz a nivel nacional.

Otra conclusión interesante, es que los mecanismos de mercado no han funcionado para el caso del maíz, lo cual nos lleva a pensar que los instrumentos más adecuados para fomentar la producción serían no los de mercado, sino los de tipo social y técnico, tales como los servicios de extensión agrícola, para ampliar el uso de las semillas mejoradas y del fertilizante así como la generalización del conocimiento de las recomendaciones técnicas en lo relativo a la densidad de plantas por hectárea y tipos de semillas mejoradas y fórmulas de fertilización, más adecuadas para cada región del país.

3. La estimación de respuesta de la oferta de maíz está dada por la elasticidad del área sembrada con maíz para una tecnología dada, así que el segundo miembro de las ecuaciones (17) y (18) deben ser iguales a cero. Pero a pesar de este resultado, considero que la inclusión del precio esperado para explicar la modificación del rendimiento del maíz no es una forma adecuada o correcta para capturar lo que buscábamos.

4. Consideramos que la estimación presentada puede ser mejorada si ésta se realiza para áreas más pequeñas, y también si contáramos con mejor información por estado, es decir, la estimación pudo haber tenido un mayor grado de representatividad.

BIBLIOGRAFIA

1. James H. Henderson y Richard E. Quandt, Microeconomic Theory, McGraw Book Company, 1971.
2. Earl O. Heady, Uses and Concepts in Supply Analysis, Journal Paper J-3799, The Iowa Agricultural and Home Economics Experiment Station.
3. Earl O. Heady, Economics of Agricultural Production and Resource Use, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 1952.
4. Theil, H. Linear Aggregation of Economic Relations, North Holland Publishing Co., 1954.
5. Marc Nerlove y Kenneth L. Bachman, The Analysis of Changes in Agricultural Supply: Problems and Allocation, J.F.E., Vol. XVII, August 1960.
6. Grunfeld and Griliches, Is Aggregation Necessarily Bad?, The Review of Economics and Statistics, February 1960.
7. Marc Nerlove, Estimates of the Elasticity of Supply of Selected Agricultural Commodities, J. Farm Economics, 38 (1956) 496-509.
8. Morris D. Whitaker, A Model for Estimating Supply versus Hectarage Elasticities for Individual Crops, Utah State University, Logan, Utah.
9. Para la derivación del período de ajuste, ver: Zvi Griliches, The Demand for Fertilizer, J.F.E., 40: 591-606, August 1958, también páginas 601-2.
10. Robert L. Thompson, The Impact of Exchange Rate Policy and Other Restrictive Policies on Corn Exports in Brazil, M.S. thesis, Purdue University, January 1969.