

# UN APORTE ECONOMETRICO E INTERPRETACION MICROECONOMICA DEL TRABAJO: "ANALISIS DE LA RESPUESTA DE TRIGO A LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA PAMPA ARENOSA"

LUCIA LONGO DE TOMASINI<sup>1</sup>

Recibido: 01/10/93

Aceptado: 26/08/94

## RESUMEN

Se tomaron las series generadas en el trabajo "Análisis de la respuesta de trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa arenosa" y se las ajustó a una función de producción doble logarítmica. Se probó su validez econométrica. Mediante la aplicación de precios sombra se propuso una estrategia para evaluar económicamente las variables relevantes del modelo.

**Palabras clave:** Función de Producción -Trigo- Fertilizante

## AN ECONOMETRIC APPROACH AND MICROECONOMY INTERPRETATION OF THE PAPER: "PREDICATION OF WHEAT RESPONSE TO THE USE OF NITROGEN FERTILIZERS IN THE PAMPA ARENOSA. ITS ANALITICAL STUDY"

## SUMMARY

Time series from "Prediction of wheat response to the use of nitrogen fertilizers in the pampa arenosa. Its analitical study" were used to adjust a log-log production function. Econometric validity was probed. An strategy for economic valuation of the relevants variables of the model was proposed using shadow prices method.

**Key words:** Production Function - Wheat -Fertilizer

## INTRODUCCION

La búsqueda de funciones de producción empíricamente probadas ha sido sin duda un desafío para la Economía aplicada. La factibilidad de interpretar una función de respuesta a fertilización como una función de producción, implica someter los resultados a test econométricos que convaliden la causalidad. La interpretación microeconómica de los resultados constituye finalmente el eslabón que une el desarrollo teórico con la posibilidad de modificar la realidad.

El trabajo de referencia: "Análisis de la respuesta de trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa arenosa" (Barberis *et al*, 1983) presenta los resultados alcanzados a través de un convenio de colaboración entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) y el Laboratorio de Química Geológica y Edafológica (LAQUIGE).

En el estudio se dice textualmente: "se condujeron 22 ensayos a campo durante las últimas campañas agrícolas (1979/80 a 1982/83). Los incrementos

---

<sup>1</sup> Cátedra de Economía General del Departamento de Economía. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina.

medios observados fueron de 1,7 qq/ha para la primera dosis (48 kg N/ha) y de 1,95 qq/ha para la segunda dosis (96 kg N/ha). Mediante el uso de procedimiento de análisis de regresión múltiple fueron logrados satisfactorios modelos explicativos de los rendimientos y aceptables modelos predictivos de la respuesta a la fertilización nitrogenada, basándose en estos últimos en el contenido de nitratos (0-40cm o 0-60cm) antes de la siembra....Existen numerosas variables asociadas al rendimiento, destacándose entre ellas (con un nivel de significancia al 1%) las relativas al carbono y al nitrógeno, (tanto en sus contenidos total como lábil) y en segundo lugar (al nivel del 5%) las precipitaciones de siembra a macollaje y de macollaje a espigazón."(Barberis *et al*, 1983)

El objetivo del presente trabajo es confirmar desde el punto de vista econométrico la validez de los resultados obtenidos en cuanto a la explicación causal del modelo, y demostrar mediante un razonamiento teórico sencillo la aplicación en el campo microeconómico de los resultados obtenidos en investigaciones a campo.

## MATERIALES Y METODOS

Se probaron distintas formas geométricas para definir la Función de Producción: Lineal, Exponencial y Logarítmica. Las regresiones se hicieron por el método de Mínimos Cuadrados Clásicos utilizando el Programa de computación MICRO TSP (Times Series Processor) versión 5.0, de Quantitative Micro Software.

Para verificar la existencia de heterocedasticidad se usó el test de Spearman. La autocorrelación se probó con el test de Durbin y Watson (DW).

## RESULTADOS Y CONSIDERACIONES

La confección de los ensayos fue válida desde el punto de vista técnico y estadístico, tanto en el diseño como en la evaluación. Dentro de cada lugar experimental se registraron 17 variables físicas, a saber: 1) Años de agricultura, 2) Días de barbecho, 3) Precipitación en barbecho, 4) Precipitación siembra-macollaje, 5) Precipitación macollaje-espigazón, 6) Precipitación espigazón-granazón, 7) Precipitación granazón-madurez, 8) Reacción del suelo, 9) Carbono total, 10) Carbono sobrenadante, 11) Nitrógeno total, 12) Nitrógeno

potencialmente mineralizable, 13) Nitrógeno hidrolizable, 14) Fósforo extractable, 15) Nitratos a la siembra 0-20 cm (n1) 16) (n1)+ Nitratos a la siembra 20-40cm (n2), 17) (n2)+ Nitratos a la siembra 40-60cm.

Luego de probar el comportamiento de las mismas, comparando el ajuste de diversos modelos, la selección final coincidió con la que hicieron los autores, mediante el método de regresión múltiple "Stepwise," ya que las variables elegidas resultaron ser aquellas más significativas desde el punto de vista de la regresión, y con mayor aptitud de ser interpretadas económicamente.

Los ensayos habían sido sometidos a dos (2) tratamientos de Nitrógeno, 48kg y 96kg por hectárea respectivamente; para este análisis sólo se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos con la primera aplicación de nitrógeno. La decisión se fundamenta en dos razones: 1) La respuesta a una aplicación había sido la más efectiva y 2) La mayor simplicidad del problema no afectaría el resultado del presente estudio.

Si bien el objetivo del ensayo fue medir la respuesta en el rendimiento del trigo al nitrógeno, dadas determinadas condiciones físicas y químicas, aquí el nitrógeno se comporta como una constante y se analiza cuál es el comportamiento del trigo (variable dependiente Y) ante valores observados de las variables de sitio (variables independientes X). Para reforzar esto se decidió no incluir 3 ensayos (los correspondientes a los ensayos 8, 9 y 10 de la campaña 1980/81), ya que en los mismos la dosis aplicada bajó a 35 kg por hectárea. La muestra entonces se reduce a 19 observaciones con idéntica dosis de nitrógeno aplicado, lo cual corrobora la hipótesis de trabajo.

Los modelos de regresiones analizados fueron los siguientes:

### Forma Lineal

$$Y = a_0 + a_1 X_2 + a_2 X_3 + ut$$

$$Y = 1138 + 9,89 X_2 + 3461 X_3$$

(451)	(4,85)	(964)
(2,51)	(2,44)	(3,58)

$$R^2: 0,56 \quad \bar{R}^2: 0,58 \quad DW: 1,94$$

### Forma Exponencial o Semilogarítmica

$$Y = a_0 \cdot a_1^{X_2} \cdot a_2^{X_3} \cdot ut$$

$$\ln Y = 7,20 + 0,04 X_2 + 1,3 X_3$$

(0,180)	(0,001)	(0,384)
(39)	(2,48)	(3,42)

$$R^2: 0,551 \quad R^2: 0,495 \quad DW: 1,59$$

#### Forma Logarítmica

$$Y = a_0 \cdot X_2^{a_1} \cdot X_3^{a_3} \cdot e^{ut}$$

$$\ln Y = 8,29 + 0,10 \ln X_2 + 0,64 \ln X_3$$

(0,15)	(0,82)	(0,12)
(53)	(3,95)	(5,22)

$$R^2: 0,73 \quad \bar{R}^2: 0,69 \quad DW: 1,95$$

Eligiendo a esta última como la forma que mejor explica el modelo.

#### Las variables independientes son:

X2: Precipitaciones ocurridas entre la siembra y el macollaje, medidas en mm.

X3: Carbono Sobrenadante Presente en el suelo, en %.

ut: Término de perturbación estocástica. Puede utilizarse como sustituto de todas las variables excluidas u omitidas del modelo.

La variable dependiente (Y) es el rendimiento, medido en kg/ha.

El R2 es el coeficiente de determinación, que mide la bondad del ajuste.

R2: Es el R2 corregido.

Los valores entre paréntesis en la primera fila debajo de cada ecuación, son el desvío standard de los estimadores. Los de la segunda señalan el valor del estadístico "t" del test de significatividad individual de los estimadores, los cuales comparados con los valores de tabla para T-k-1 (13) grados de libertad resultaron con una significancia al 1% de riesgo.

Del examen visual de la distribución de los cuadrados de los residuos respecto de cada una de las variables no se infiere la existencia de ningún comportamiento sistemático, lo que llevaría a descartar la existencia de heterocedasticidad. No obstante se probó esta afirmación realizando el test de Spearman para cada una de las variables. El estadístico obtenido en ambos casos resultó con el mismo valor: 0,824, que comparado con el valor de tabla al 5% de riesgo

permite afirmar que no existe heterocedasticidad.

El Test de Durbin Watson a un nivel de significancia del 5% indica ausencia de autocorrelación de orden 1 (AR1).

La utilización de la función doble logarítmica para explicar el comportamiento de la producción, tiene la ventaja de dejar determinada la elasticidad de la función en el valor de los coeficientes que acompañan a las variables (Gujarati, 1992). Ya que puede medir cuál será el cambio porcentual en el rendimiento del trigo (Y) ante un cambio porcentual pequeño en la disponibilidad de agua (X2) o en la disponibilidad de carbono (X3). Esta elasticidad tiene la cualidad de ser constante ya que no depende de los niveles de Y o de X2 o de X3 para los cuales se la mida.

Desde el punto de vista microeconómico se proponen las siguientes consideraciones:

La derivada parcial de la función Y respecto de cada una de las variables representa el Producto o la Productividad marginal de las mismas. (Gavidia, R y Longo L., 1992)

$$\delta Y / \delta X_2 = PMg X_2 \quad \delta Y / \delta X_3 = Pmg X_3$$

Multiplicando estos indicadores por el precio de venta del trigo se obtiene el Valor del Producto Marginal de cada factor:

$$Pmg X_2 \times PY = VPmg X_2$$

$$Pmg X_3 \times PY = VPmg X_3$$

contribución marginal del factor a al ingreso total del productor.

Se propone la utilización del costo de oportunidad de los factores X2 y X3 como ponderador del costo marginal de los mismos para hallar los niveles de utilización que garantizan un óptimo económico.

La presencia de precipitaciones en un período determinado (X2) es cuantificada por el costo del mismo volumen de agua por riego artificial medido en \$/mm de agua. El uso óptimo del factor se dará en aquel nivel que haga que:

$$PX_2 = VPmg X_2$$

donde

$$PX_2: \text{Precio de } X_2$$

Este análisis supone precios constantes para Y, y precios constante para todos los niveles de X2.

La disponibilidad de Carbono (X3) se relaciona con el manejo o uso de la tierra, ya que disminuye con el uso agrícola (Pilatti M.A *et al*, 1988). Por lo tanto, un supuesto importante es considerar la cantidad de carbono presente en función del tiempo o de años no agrícolas que hayan pasado antes de la siembra.

Si a las unidades de X3 se las multiplica por un coeficiente que relaciona los años no agrícolas con la cantidad de carbono que cada año aporta a la tierra, se puede visualizar a X3 como años de ganadería.

Se propone considerar como precio del factor X3 a la diferencia entre los beneficios agrícolas y los ganaderos. El precio de mantener el Carbono, es el costo de oportunidad por no hacer agricultura.

Como en el caso anterior, "Ceteris Paribus" todos los demás factores el nivel de X3 estará donde:

$$VP_{mg} X3 = PX3$$

donde

$$PX3: \text{Precio de } X3$$

De acuerdo con este razonamiento, el productor sabiendo la importancia de disponer de agua en el primer momento del crecimiento de la planta podrá evaluar la conveniencia de adquirir agua artificialmente, comparando el costo de la misma con los aumentos en los rendimientos (y por ende en los ingresos) que ese hecho genera.

Se supone, además que el productor, conociendo esta restricción, puede elegir en función de esta variable el diagrama para la rotación de sus potreros.

## CONCLUSIONES

La validez del modelo predictivo de respuesta a la fertilización nitrogenada en la Pampa arenosa, fue expuesta en el Estudio de referencia. Este trabajo ha explorado el comportamiento de dicha respuesta como una función de Producción económicamente válida. El uso de la función doble logarítmica (o log-lineal) para explicar el comportamiento de la producción, resultó ser la que mejor explica el modelo. La elasticidad de la función quedó determinada por el valor de los coeficientes que anteceden a las variables. Esta elasticidad tiene la cualidad de ser constante ya que no depende de los niveles de Y o de X2 o de X3 para los cuales se la mide. Los test de significatividad estadística individuales de las variables son relevantes. El test Durbin-Watson que mide la autocorrelación de orden 1 permite afirmar al 5% de riesgo la ausencia de la misma. El test de Spearman prueba que no hay evidencias de relación sistemática entre cada una de las variables explicativas y el valor absoluto de los residuos del modelo, por lo que se puede afirmar que no existe heterocedasticidad.

De estas pruebas se puede concluir que el modelo utilizado es económicamente correcto.

En el campo microeconómico la propuesta de asignar precios según el costo de oportunidad de las variables, posibilita una estrategia de valorización de algunos recursos naturales presentes en la producción primaria. El aporte de información cuantitativa disminuye el riesgo en las decisiones. La provisión de agua en determinado momento y la adopción de algún esquema rotativo, que permita mantener los niveles de carbono lábil en el suelo, pueden con la estrategia expuesta ser evaluadas económicamente ya que su contribución a la producción fue probada económicamente.

## BIBLIOGRAFIA

- ARRIGO, N., PALMA, R., CONTI, M., y COSENTINO, D. 1990: Incidencia de las secuencias de cultivos, sistemas de labranza y de fertilización sobre algunas propiedades físicas y su relación sobre el Carbono. *Revista de la Facultad de Agronomía* 11, (2-3): 143-150
- BARBERIS, L.A., NERVI A., SFEIR A., DANIEL P., URRICARRIET S., VÁZQUEZ M. y ZOURAKIS D. 1983: Análisis de la Respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa arenosa y su predicción. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 4, (3): 325-334
- GAVIDIA, R. y LONGO DE TOMASINI, L.: Principios Microeconomía. Año 1992. Orientación Gráfica Editora.
- GUJARATI, DAMODAR. 1992. Econometría. McGraw-Hill. México, 597 pp.
- PILATTI M.A., ORELLANA J. DE, PRIANO L., FELLI O. y GRENON D. 1988. Incidencia de manejos tradicionales conservacionistas sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un argiudol en el sur de Santa Fe *Revista Ciencia del Suelo*. 6 (1) 19-29