Preliminar e incompleto
(Para comentarios)

# HACIA UN ENFOQUE ANALITICO PARA EXAMINAR EL PROBLEMA DE LA ADOPCION FORZADA DE INSUMOS EN LA AGRICULTURA: UN EJEMPLO DE GUATEMALA



Grant McDonald Scobie
Rafael Posada Torres
Uriel Gutierrez Palacio

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Marzo de 1975

# HACIA UN ENFOQUE ANALITICO PARA EXAMINAR EL PROBLEMA DE LA ADOPCION FORZADA DE INSUMOS EN LA AGRICULTURA: UN EJEMPLO DE GUATEMALA

## INTRODUCCION

Existe una tendencia entre los planificadores de la agricultura, para que los planes del crédito supervisado deben incluír una cláusula que exiga el uso de ciertos niveles de " insumos modernos", como un requirimiento para que un agricultor partícipe en el plan y pueda conseguir crédito. Se propone examinar esta restricción institucional en el contexto de la producción de maíz en un parcelamiento en Guatemala como la primera etapa de un estudio más completo para estimar los costos y beneficios sociales de la adopción forzada como un vehículo de promover la producción agrícola. Los agricultores en Guatemala que quieran vincularse con el plan de Crédito Supervisado (BANDESA/DIGESA) tienen que aceptar el crédito bajo la condición de que "el uso de fertilizantes, fungicidas e insecticidas es obligatorio de acuerdo con las necesidades del cultivo y las recomendaciones técnicas".[1]

Dado el hecho de que uno de los costos de aplicar nueva tecnología es el proceso de adquirir y procesar la información, se puede imaginar que ésta cláusula tendría beneficios en reducir el costo privado en el que incurriría

---

1/ BANDESA, Circular BANDESA/DIGESA, No.2-74, Guatemala, 27 de marzo, 1974.

el agricultor en este proceso de aprendizaje. Sin embargo, si los niveles exigidos de los insumos no corresponden a los niveles óptimos para un agricultor, será un costo social en términos de la mala asignación de los recursos agrícolas escasos.

El objetivo específico del presente trabajo es establecer un procedimiento analítico para incorporar una restricción institucional en el proceso de tomar decisiones, con el fin de ver si tal restricción ha tenido un impacto en el proceso de seleccionar los niveles de insumos para que se maximize la ganancia.

La Restricción

En base de los datos de los planes de inversión para 16 parcelas (de 21 que tuvieron crédito en 1973) se estimó la cantidad planeada de fertilizante por mz. de maíz como el equivalente a Q8.26. Es decir, se puede escribir la restricción institucional[2] como:

$$F \geqslant 8.26A/P_A \tag{1}$$

donde:

F = Gastos en fertilizantes;

$P_A$ = Precio de una manzana de tierra.

A = Valor en Quetzales del área dedicada a maíz.

---

[2] Esta formulación de una restricción institucional se basa en el trabajo de Robert M. Spann, "Rate of Return Regulation and Efficiency in Production: An Empirical Test of the Averch- Johnson Thesis", Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 5, No.1 (Spring, 1974), pp 38-52.

## Una Función de Producción de la Forma Transcendental Logarítmica

Considere una función totalmente general donde corresponde a la forma logarítmica.

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n) \tag{2}$$

$$\ln Y = f(\ln X_1, \ln X_2, \ldots, \ln X_n) \tag{3}$$

Se escribe la función de producción transcendental logarítmica como una serie de Taylor expandida hasta las segundas derivadas de una función general derivable dos veces alrededor de los niveles de los $X_i = 1$ ó $\ln X_i = 0$.

Las primeras y segundas derivadas parciales en el punto $\ln X_i = 0$, se pueden escribir como:

$$\ln Y\big|_0 = \beta_0 \tag{4a}$$

$$\delta \ln Y / \delta \ln X_i\big|_0 = \beta_i \tag{4b}$$

$$\delta^2 \ln Y / \delta \ln X_i \delta \ln X_j\big|_0 = \beta_{ij} \tag{4c}$$

La forma general de una serie de Taylor para n variables hasta las segundas derivadas alrededor del punto a, y sin tener en cuenta el resto es:

$$Y = f(a) + \sum_i (X_i - a) f_i'(a) + 1/2 \sum_{ij}\sum (X_i - a)(X_j - a) f_{ij}''(a) \tag{5}$$

Si se introduce la nomenclatura de la ecuación (4), y asumiendo que a= 0, se obtiene:

$$\ln Y = \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln X_i + 1/2 \sum_{ij}\sum \beta_{ij} \ln X_i \ln X_j \tag{6}$$

Se nota que si $\beta_{ij} = 0$, entonces la ecuación (6) se reduce a la forma de una Cobb-Douglas. En este estudio se propone usar la ecuación (6), en vez de la función Cobb-Douglas, así que se deja la posibilidad de tener diferentes elasticidades de sustitución en vez de ser todas iguales a uno.

Introduzcamos la siguiente nomenclatura:

$Q$ = Producción de maíz (en quintales);

$Z_1 Z_2$ = Variables mudas para captar diferencias ecológicas entre subsectores;

$T$ = Variable muda para miembros del plan;

$A$ = Valor en Quetzales, del área dedicada a maíz;

$H$ = Costo de los hombre-días usados en la producción de maíz;

$F$ = Gastos en fertilizantes;

$O$ = Otros gastos, principalmente en maquinaria arrendada, pero incluyendo gastos en herbicidas e insecticidas.

Reemplazando estas variables en la función de producción "Translog" (6), nos da:

$$\begin{aligned} \ln Q = {} & \beta_0 + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \beta_3 T + \\ & \beta_4 \ln A + \beta_5 \ln H + \beta_6 \ln F + \beta_7 \ln O + \\ & \beta_8 (\ln A)^2 + \beta_9 (\ln H)^2 + \beta_{10} (\ln F)^2 + \beta_{11} (\ln O)^2 + \\ & \beta_{12} (\ln A \ln H) + \beta_{13} (\ln A \ln F) + \beta_{14} (\ln A \ln O) + \\ & \beta_{15} (\ln H \ln F) + \beta_{16} (\ln H \ln O) + \beta_{17} (\ln F \ln O) + \varepsilon \end{aligned} \qquad (7)$$

Incorporación de la Restricción

Consideremos la función de ganancia como:

$$\pi = PQ - A - H - F - Q \qquad (8)$$

donde:

$\pi$ = Ganancia

$P$ = Precio de maíz.

El problema ahora es maximizar (8) sujeto a (1); es decir hay que seleccionar valores de los insumos que maximicen $\pi$ sujeto a (1).

$$MAX\ R(I) - A - H - F - O - \lambda(F - 8.26A/P_A) \tag{9}$$

donde:

I= Grupo de insumos;

R(I)= Función de renta;

$\lambda$= Multiplicador de Lagrange.

Cuando $\lambda = 0$, no existe ningún impacto de la restricción (1); por lo tanto, nos interesa derivar una prueba para ver si $\lambda$ es igual a cero.

tomando las primeras derivadas de (9) nos da:

$$R_A - 1 - \lambda 8.26/P_A = 0 \tag{10a}$$

$$R_H - 1 = 0 \tag{10b}$$

$$R_F - 1 - \lambda = 0 \tag{10c}$$

$$R_O - 1 = 0 \tag{10d}$$

$$F - 8.26A/P_A = 0 \tag{10e}$$

Inmediatamente se puede detectar que se han introducido distorciones en el proceso de maximización de ganancias, así como los valores de los productos marginales de los insumos A y F no son iguales a sus precios.

Tomando la primera derivada logarítmica de (7) con respecto al valor de la tierra (A); obtenemos:

$$\delta \ln Q/\delta \ln A = \beta_4 + 2\beta_8 \ln A + \beta_{12} \ln H + \beta_{13} \ln F + \beta_{14} \ln O \tag{11}$$

por definición

$$\delta \ln Q/\delta \ln A = f_A . A/Q \qquad (12)$$

Donde $f_A$ es el producto marginal de A. Si se asume que el precio de maíz es independiente del área sembrada por un agricultor, se puede escribir (10a) como:

$$f_A = (1 + 8.26\lambda/P_A)/P \qquad (13)$$

Reemplazando (13) en (11) da:

$$A/PQ(1 + 8.26\lambda/P_A) = \beta_4 + 2\beta_8 \ln A + \beta_{12} \ln H + \beta_{13} \ln F + \beta_{14} \ln O \qquad (14)$$

ó

$$\mu_A = b_1 + b_2 \ln A + b_3 \ln H + b_4 \ln F + b_5 \ln O + \varepsilon_1 \qquad (15)$$

donde:

$\mu_A = A/PQ =$ Costo de tierra en relación al valor de la producción;

$b_1 = \beta_4/W$

$b_2 = 2\beta_8/W$

$b_3 = \beta_{12}/W$

$b_4 = \beta_{13}/W$

$b_5 = \beta_{14}/W$

$W = (1 + 8.26\lambda/P_A)$

Tomando la primera derivada logarítmica de la función de producción con respecto a fertilizante, se tiene:

$$\mu_F = b_6 + b_7 \ln F + b_8 \ln A + b_9 \ln H + b_{10} \ln O + \varepsilon_2 \qquad (16)$$

donde:

$\mu_F = F/PQ =$ Costo de fertilizante en relacion al valor de la producción.

$b_6 = \beta_6/(1 + \lambda)$

$b_7 = 2\beta_{10}/(1 + \lambda)$

$b_8 = \beta_{13}/(1 + \lambda)$

$b_9 = \beta_{15}/(1 + \lambda)$

$b_{10} = \beta_{17}/(1 + \lambda)$

Ecuaciones (15) y (16) constituyen un sistema de dos ecuaciones que se puede usar para estimar $\lambda$. Dividiendo $b_8$ por $b_4$ nos da:

$$\frac{b_8}{b_4} = \frac{\beta_{13}/(1 + \lambda)}{\beta_{13}/(1 + 8.26\lambda/P_A)}$$

ó sea:

$$b_8 = b_4 . \frac{(1 + 8.26\lambda/P_A)}{(1 + \lambda)} \quad ó \; b_8 = b_4 . k_i \tag{17}$$

La ecuación (17) es una restricción sobre el sistema de ecuaciones (15) y (16). Ahora podemos usar esta restricción para construir una prueba de hipótesis para examinar si la restricción afecta la decisión de los agricultores.

Prueba de la hipótesis:

La hipótesis principal del estudio es que los agricultores maximizan ganancias sujetas a la restricción institucional en cuanto al uso de fertilizante. La hipótesis puede rechazarse si ocurren una o dos de las siguientes condiciones:

(1) La restricción no entra en la función objetiva;

(2) Los agricultores no maximizan sus ganancias.

Condición (1) implica la siguiente hipótesis para probar:

$H_1$: $\lambda = 0$

mientras la condición (2) implica:

$$H_2: b_8 \neq b_4 \frac{(1 + 8.26\lambda/P_A)}{(1 + \lambda)}$$

Desafortunadamente, no se puede probar las dos hipótesis simultáneamente. Hay que aceptar una y probar la otra; i.e., se puede probar $H_1$ ó $H_2$ dado que la otra sea válida. Por ejemplo, si se que es importante la restricción dado que se maximizan ganancias, se estiman conjuntamente las ecuaciones (15) y (16) sujetas a la restricción (17). Alternativamente, se puede probar la hipótesis de que los agricultores maximizan ganancias sujetas a la restricción de la ecuación (1)

Para hacer ésta prueba, se estiman las dos ecuaciones y se prueba la restricción no lineal expresada por (17). Si no se puede rechazarla, se aceptaría la hipótesis de que los agricultores maximizan ganacias sujetas a la restricción (1).

Aspectos de la Estimación:

Para probar la hipótesis de que la restricción afecta los agricultores (dado que maximizan ganancias) se hace la siguiente prueba:

$$F_{(1,N-K-1)} = \frac{\{SSE(1)-SSE(2)\}/1}{SSE(2)/(N-K-1)} \qquad (18)$$

donde:

SSE(1)= La suma de los errores cuadrados sujeta a (17), cuando se selecciona el valor mínimo de SSE(1), repitiendo la estimación para diferentes valores del desconocido $\lambda$.

SSE(2)= La suma de los errores cuadrados sujeta a la restricción $b_8 = b_4$

N = No. de observaciones en las dos ecuaciones.

k = No. de variables exógenas.

Por otro lado, se usa la siguiente prueba para probar la hipótesis de que los agricultores maximizan la ganancia sujetos a la restricción institucional:

$$F_{(1,\ N-K-1)} = \frac{\{SSE(1)-SSE(3)\}/1}{SSE(3)/(N-K-1)} \qquad (19)$$

donde:

SSE(3) La suma de los errores cuadrados sin restricción.

Aunque aparecen las variables mudas en la función (7), desaparecieron en el proceso de tomar las derivadas. Por eso, hay que reemplazarlas en las ecuaciones (15) y (16), obteniendo las dos siguientes ecuaciones en el sistema final:

$$\mu_A = b_1 + b_2 \ln A + b_3 \ln H + b_4 \ln F + b_5 \ln O + \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2 + \varepsilon_1 \qquad (20)$$

$$\mu_F = b_6 + b_7 \ln F + b_8 \ln A + b_9 \ln H + b_{10} \ln O + \gamma_4 Z_1 + \gamma_2 Z_2 + \varepsilon_2 \qquad (21)$$

ó expresándolas en términos matriciales:

$$\begin{bmatrix} \mu_A \\ \mu_F \end{bmatrix} = [X] \begin{bmatrix} \beta_A \\ \beta_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_A \\ \varepsilon_F \end{bmatrix} \qquad (22)$$

donde:

X= Matrix de las variables;

$\beta_i$= Vector de los coeficientes en la ecuación <u>i</u>

Se podría predecir que se debe aplicar el método de mínimos cuadrados para sistemas de ecuaciones aparentemente no relacionadas, así como $E\left[\varepsilon_{At}, \ \varepsilon_{Ft}\right] \neq 0$, sin embargo, se puede notar que la matríx X es una matríx de variables comunes en las dos ecuaciones y por lo tanto, se pueden aplicar mínimos cuadrados directamente a cada ecuacion para estimar los parámetros que tendrán las características deseables.[3]

La suma de los errores cuadrados de la ecuación (22) nos da el valor de SSE(3) en la ecuación (19).

Introduciendo la restricción (17), se tiene:

$$\begin{bmatrix} \mu_A \\ \mu_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \ln A & \ln H & \ln F & \ln O & Z_1 & Z_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Omega & 0 & 0 & 0 & \ln F & \ln H & \ln O & Z_1 & Z_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ b_7 \\ b_9 \\ b_{10} \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_A \\ \varepsilon_F \end{bmatrix}$$

donde:

$$\Omega = K_i \cdot TCB3 \cdot \ln A$$

---

3/ Jan Kmenta, Elements of Econometrics, MacMillan, New Jork, 1971, p.521.

Se propone estimar la ecuación (23) en dos formas. Primero, restringiendo $\lambda = 0$, obtenemos la restricción $b_8 = b_4$, y resulta SSE(2), y segundo, estimando (23) repetitivamente con valores diferentes de $\lambda$, hasta que salga un valor de $\lambda$ que corresponda al mínimo de SSE(1). En esta forma se puede estimar todos los tipos de errores cuadrados{SSE(1), SSE(2) y SSE(3)} , para hacer las pruebas específicas en las ecuaciones (18) v (19).