

Botikalía

Órgano de divulgación de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Vol. XVI, No. 2



Guatemala
1998

ECONOMÍA AGRÍCOLA

RETORNOS SOCIALES DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA: EL CASO DEL ARROZ EN GUATEMALA, 1973-90

Mamerto Reyes Hernández



INTRODUCCIÓN

La investigación agrícola constituye uno de los principales instrumentos para incrementar la productividad agropecuaria y disponibilidad interna de alimentos. Estudios hechos en Filipinas y Taiwán muestran que las medidas de política que afectan los rendimientos, tales como la investigación agrícola y las obras de irrigación, son más eficientes para incrementar el excedente comercial que la política de precios (Toquero *et al*, 1975 y Chinn, 1976). Por otra parte, estudios realizados en países industrializados (Griliches, 1964, Evenson, 1967 y Evenson, 1978), han demostrado la relevancia de la investigación agrícola en el crecimiento de la actividad agropecuaria.

En Guatemala, aun cuando la investigación agrícola ha contribuido a liberar divisas (Reyes Hernández, 1993) y a incrementar el abasto interno de

Este trabajo forma parte del estudio "La Rentabilidad Social de la Investigación Agrícola en Granos Básicos: El Caso del ICTA en Maíz y Arroz en Guatemala, 1973-90", el cual fue ejecutado con recursos y personal del ICTA. El informe de este estudio se puede consultar en el Centro de Documentación del ICTA, en Bárcena, Villa Nueva. No está de más indicar que las ideas y comentarios plasmados en este artículo son responsabilidad directa del autor y no representan necesariamente la posición del ICTA.

granos básicos (Reyes Hernández, 1995 y 1996), virtualmente se desconoce la relevancia que posee para la economía nacional, lo cual ha venido limitando la importancia que podría tener en la política agrícola y económica del país, redundando en una pérdida de su capacidad institucional para solicitar recursos nacionales e internacionales y/o en una merma en la escala de prioridad del Estado para asignarle fondos operativos y de inversión, lo cual tiende a agudizarse en la medida que el Estado adopta políticas de austeridad en el gasto público.

Este desconocimiento estimuló la realización de varios trabajos en el tema de la rentabilidad social en investigación agrícola. Este trabajo forma parte de una serie de estudios que se están realizando en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) para determinar la importancia económica de la investigación agrícola para Guatemala. En este estudio se busca determinar la rentabilidad social de la investigación agrícola en arroz de los primeros diez y ocho años de trabajo del ICTA, esto es el período 1973-90

I.

EL MODELO CONCEPTUAL

1. El mercado de arroz

El mercado de arroz en Guatemala es un mercado abierto y deficitario, es decir, en él participa el sector externo y la producción interna es insuficiente para atender a la demanda.

Un modelo de este mercado se representa en la figura 1. En este modelo, QSR1 es la oferta en el

mercado rural o mercado del productor en las condiciones previas al cambio tecnológico, QSR2 es la oferta en el mercado rural considerando el nuevo estado tecnológico, QDC es la demanda en el mercado al consumidor y QSC es la oferta en el mercado al consumidor. La oferta en este nivel de mercado es la suma de la producción interna y las importaciones menos las exportaciones. Por otra parte, PINT es el precio vigente en el mercado internacional más los costos necesarios para colocar el producto en la frontera y PR es el precio en el mercado rural.

En el mercado de arroz en Guatemala, como resultado de la apertura económica, el PR es igual al PINT, pues para los importadores resulta rentable la internación de productos hasta el nivel en que los precios internos se igualan a los externos. Por otra parte, el nivel de precios al productor logrado con la internación de producto, dadas las funciones de producción existentes en el país, conduce a niveles de producción incapaces de satisfacer el consumo interno. En este estado de cosas, como consecuencia del mejoramiento de la eficiencia productiva resultante de la investigación agrícola, la capacidad de los productores nacionales para atender al consumo se ve aumentada.

2. Los beneficios sociales

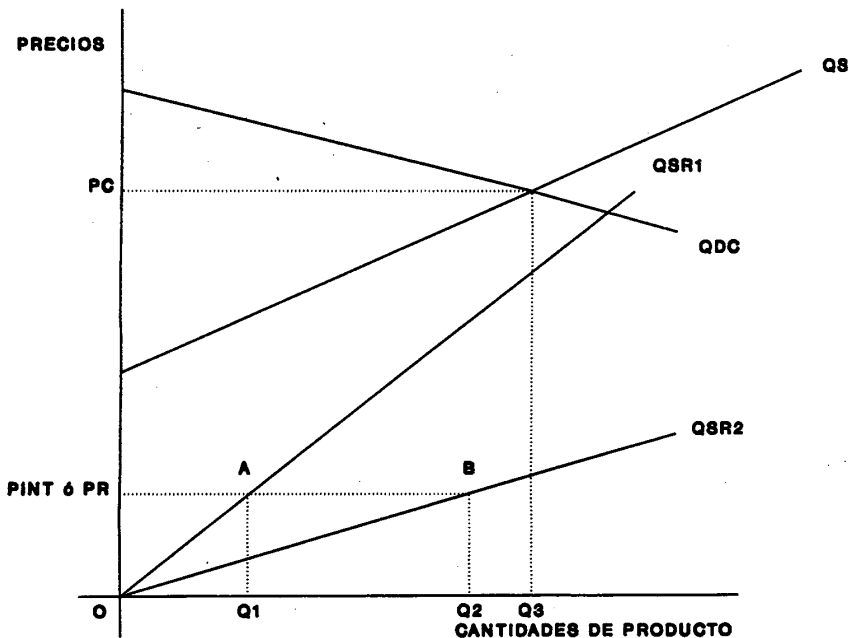
En mercados de esta naturaleza los consumidores demandan la misma cantidad de producto indistintamente de la tecnología que usen los productores. En la figura 1 se muestra que la cantidad consumida de arroz es Q3.

Si los agricultores continúan empleando la tecnología tradicional, al precio PR pueden ofrecer

Q1, por lo que para proveer a los consumidores, el país debe importar la diferencia $Q3-Q1$. Si los agricultores usan la tecnología mejorada, al precio PR pueden ofrecer Q2, lo cual reduce las importaciones de arroz en $Q2-Q1$. De donde se deduce que el país ahorra un valor de $PINT*(Q2-Q1)$, el cual es un primer beneficio que gana la sociedad como resultado del cambio tecnológico

Ahora, ¿qué ganan los agricultores con este proceso? En mercados con naturaleza similar al del

Figura 1
DESPLAZAMIENTO DE LA OFERTA EN EL MERCADO DEFICITARIO Y EN UNA ECONOMÍA ABIERTA



arroz en Guatemala, el cambio tecnológico conduce a incrementar los excedentes de los productores.

El excedente del productor es la suma agregada de la diferencia que existe ente el precio de equilibrio, y el costo marginal de producir cada una de las cantidades que conforman la función de oferta hasta llegar al punto en que esta diferencia es cero

En la figura 1, bajo condiciones de tecnología tradicional, el excedente de los productores lo representa el área OAPR. Bajo condiciones de tecnología mejorada, el excedente de los productores es el área OBPR. De donde se deduce que como resultado del cambio tecnológico, el excedente de los productores se incrementa en OAB. Este incremento constituye el segundo beneficio que gana la sociedad con este proceso.

II. MODELO EMPÍRICO

1. Modelo econométrico del mercado de arroz

El prototipo descrito en la figura 1, se modeló econométricamente en la forma que se presenta en el cuadro 1.

2. Modelos para medir los beneficios del cambio tecnológico

Para evaluar los beneficios del cambio tecnológico tradicionalmente se sigue el método del "con y el sin", el cual no es más que un formato para hacer comparaciones entre lo que pasa con el proyecto y lo que

Cuadro 1
MODELO ECONOMÉTRICO DEL MERCADO DE ARROZ EN GUATEMALA

Ecuación de la oferta en el mercado al productor

$$\text{PRODA}_t = 44.7644 - 13.0256 \left[\text{PFERT}_t / \text{PRA}_{t-1} \right] - 1.3635 \text{ iN}_t$$

(1.314) (-0.991) (-0.936)

$$+ 0.0492 \text{ GRIAA}_{t-2} + 0.00082 \text{ LLUVIA}_t$$

(3.356) (0.054)

$R^2: 0.640; F_c: 4.890[0.0164]; \text{ Durbin-Watson: } 1.815$

Identidad de la demanda en el mercado de consumo

$$\text{QDCA}_t = \text{PRODA}_t + \text{MA}_t - \text{XA}_t$$

Identidad del precio al productor

$$\text{PRA}_t = \text{PIMA}_t$$

Identidad del saldo de comercio

$$\text{SCA}_t = \text{PRODA}_t - \text{QDCA}_t$$

Nota: Los valores entre paréntesis son las razones de "t" de Student, el valor entre corchetes es la significancia de F de Fisher; y R^2 es el coeficiente de determinación múltiple. Los valores límites de Durbin-Watson al 1% de probabilidad para $n=16$ y cuatro variables explicativas, para probar ausencia de autocorrelación positiva son: $dL=0.53$ y $dU=1.66$; y para probar ausencia de autocorrelación negativa son: $4-dU=2.34$ y $4-dL=3.47$ en donde:

U Es el término aleatorio de error

Variables endógenas:

PRODA Oferta de arroz en el mercado al productor (miles tm);

QDCA Cantidad demandada de arroz en el mercado de consumo (miles de tm);

PRA Precio real de arroz al productor (quetzales/tm);

SCA Saldo de comercio de arroz (miles tm);

Variables predeterminadas:

PRA_{t-1} Precio real esperado de arroz al productor. Precio del año anterior (quetzales/tm);

PFERT Precio real del fertilizante (quetzales/tm);

iN Tasa nominal de interés (%);

GRIAA_{t-2} Conocimiento técnico o factor de cambio tecnológico. Medido a través de los gastos reales de investigación en arroz acumulados con dos años de rezago (miles quetzales);

LLUVIA Precipitación pluvial anual (mm);

MA Importaciones de arroz (miles tm);

XA Exportaciones de arroz (miles tm);

PIMA Precio CIF real de importación de arroz (quetzales/tm).

pasaría sin el proyecto. En este trabajo, la adaptación del "con y el sin" se hizo a través de la comparación de lo que pasó con el programa de investigación y lo que hubiese pasado si hubiese sido interrumpido. Para cada año de la serie estudiada, se comparó lo que ocurrió ese año con lo que hubiese ocurrido si el programa hubiese sido interrumpido el año anterior. Este procedimiento evaluativo permitió estimar la serie de beneficios sociales marginales resultante de las decisiones de continuar anualmente los programas de investigación.

Creemos que la aplicación ortodoxa del "con y el sin" en un horizonte de tiempo de la longitud del evaluado en este estudio (18 años), hubiese conducido a una sobrevaluación de los beneficios, fundamentalmente debido a que el escenario "sin proyecto" no resulta apegado a la realidad, pues en el largo plazo, la ausencia de un programa nacional de investigación agrícola motiva a los agricultores a que busquen otras alternativas para elevar la productividad y/o a que las empresas nacionales e internacionales las ofrezcan.

Para hacer operativa la medición de los beneficios sociales del cambio tecnológico en cada uno de los cultivos estudiados, con la función de oferta del modelo econométrico, se formularon funciones para los escenarios con y sin cambio tecnológico correspondiente a nuestra adaptación del "con y el sin". De acuerdo con la formulación del modelo econométrico, el efecto de la investigación agrícola en el t -ésimo año lo representa $GRIAA_{t,2}$, de donde se deduce que la ausencia del efecto de la investigación agrícola en el t -ésimo año lo representa $GRIAA_{t,3}$. Siguiendo este argumento, las funciones de oferta con cambio tecnológico consideraron la variable $GRIAA_{t,2}$ y las

funciones sin cambio tecnológico consideraron a $GRIAA_{t-3}$.

Para estimar los beneficios anualmente se emplearon las funciones de la forma

$$PRODA_t = f_{(PRA)} = a_0 + a_1 [PRA_{t-1}]^{-1}$$

$$PRODA_t = g_{(PRA)} = b_0 + a_1 [PRA_{t-1}]^{-1}$$

en la cual, para el t-ésimo año, a_1 encierra el efecto de $PFERT_t$; a_0 encierra el efecto de iN_t , $LLUVIA_t$ y $GRIAA_{t-2}$ y b_0 encierra el efecto de iN_t , $LLUVIA_t$ y $GRIAA_{t-3}$. De donde, $f_{(PRA)}$ es la oferta de arroz al productor en el escenario con cambio tecnológico y $g_{(PRA)}$ es la oferta de arroz al productor en el escenario sin cambio tecnológico.

3. Medición de los beneficios sociales

Los cambios en los excedentes de productores se estimaron con rudimentos geométricos y de cálculo integral. Para cada año del período estudiado, se tomaron integrales definidas de las funciones de oferta con y sin cambio tecnológico. Por su parte, la estimación del ahorro de divisas se hizo siguiendo la notación de la figura 1; éste se estimó como la diferencia $Q2-Q1$, en donde, $Q2$ es la oferta predicha con la función del escenario con cambio tecnológico y $Q1$ es la oferta predicha con la función del escenario sin cambio tecnológico.

La estimación de los beneficios sociales atribuibles al trabajo del ICTA se realizó en dos escenarios alternativos, a saber: Escenario I, se asumió que la totalidad de los beneficios sociales son atribuibles al ICTA; y Escenario II, se asumió que sólo la mitad de tales beneficios son atribuibles al ICTA. En cierta forma, estos escenarios permitieron estimar el techo

y el piso de los beneficios sociales generados por la investigación agrícola gubernamental.

En el Escenario I se asumió que la variable que representa el cambio tecnológico en las funciones de oferta, es una proxi del cambio tecnológico inducido por el ICTA. Este supuesto no encuentra ningún conflicto lógico, pues en las ecuaciones de oferta empleadas, esta variable está representada por los gastos acumulados de investigación incurridos por el ICTA. Por otra parte, el efecto de otras fuentes de innovaciones tecnológicas que existen en la industria de arroz¹, se encuentra almacenado en los interceptos de estas ecuaciones en cuestión, pues sabemos que estos parámetros consideran los efectos en la oferta de las variables no especificadas en estas funciones. En este escenario, los beneficios sociales atribuidos al ICTA son el valor total de la suma de los dos beneficios sociales resultantes del cambio tecnológico.

¹ Industria vista como población de productores de un bien homogéneo.

En el Escenario II se asumió que la variable que representa al cambio tecnológico en las funciones de oferta, es una proxi del cambio tecnológico total o sea aquel cambio que resulta del trabajo de todos los agentes que introducen innovaciones tecnológicas en las poblaciones de productores de arroz.

En Guatemala, el ICTA es responsable de la investigación agrícola en arroz, sin embargo, en la generación de su cambio tecnológico también han participado los importadores de semillas, los cuales fueron agentes que fueron relevantes en la primera mitad del período estudiado; el servicio de extensión agrícola que vio incrementada su presencia en el campo durante 1987-90 con el Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Producción de Semillas (PROGETTAPS); y la industria internacional de agroquímicos y las empresas nacionales

que los comercializan, que constantemente están ampliando sus mercados de insumos.

Debido a estas razones, para derivar la parte de los beneficios sociales que es atribuible al trabajo del ICTA en el Escenario II, se asumió que la mitad de los mismos se puede considerar como responsabilidad del ICTA, la otra mitad resulta del trabajo de extensión, transferencia de información de vendedores de insumos y de otros agentes que introduzcan innovaciones tecnológicas.

Debe aclararse que asumir que los gastos de investigación del ICTA son la variable proxi del cambio tecnológico generado por todos los agentes que introducen innovaciones en la industria del arroz², es equivalente a asumir que la adopción de la tecnología transferida por estos agentes se vio estimulada por el programa de investigación del ICTA, lo cual podría ser válido sólo para los agentes que transfieren tecnologías generadas por el ICTA. En primer lugar, porque el programa de investigación del ICTA sustituyó la importación de semillas. En segundo lugar, porque la función del ICTA y los agentes que transfieren su tecnología (servicio de extensión y algunas ONG), es complementaria, aunque debe indicarse que esta relación de trabajo es relativamente nueva y data de mediados de la década ochenta. Y en tercer lugar, porque se carece de información que muestre que el trabajo del ICTA haya fomentado el consumo de agroquímicos, aunque esto pudo haber ocurrido en alguna proporción, principalmente para herbicidas y fertilizantes.

Con estas aclaraciones, se puede señalar que este escenario de valuación de beneficios sociales, aún cuando no tiene la formalidad matemática que fundamenta el Escenario I y resulta bastante restric-

²Industria vista como población de productores de un bien homogéneo.

tivo, desde la perspectiva de las hipótesis que implícitamente considera, puede resultar útil para hacer una primera aproximación del nivel mínimo en que la investigación agrícola pública contribuyó al bienestar nacional.

4. Indicadores de eficiencia económica

Para medir la rentabilidad social de la inversión en investigación agrícola, los indicadores empleados fueron la relación Beneficio/Costo (B/C) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Para estimar la relación B/C se utilizó una tasa de descuento del 12.5% anual, la cual de acuerdo con Gittinger (1987) puede emplearse como la tasa del costo de oportunidad del capital en países en desarrollo.

5. Los datos

La información empleada se obtuvo del ICTA, el Banco de Guatemala, el Instituto Nacional de Estadística (INE) e Instituto de Comercialización Agrícola (INDECA). Los precios y gastos de investigación se encuentran expresados en unidades monetarias de 1970. Como índice de precios para deflactar se usó el deflactor implícito del PIB, tomando 1970 como año base.

III. RESULTADOS

En el cuadro 2 se presentan los totales de los beneficios sociales generados por las decisiones de continuar anualmente el programa de investigación

Cuadro 2
BENEFICIOS SOCIALES, GASTOS E ÍNDICES DE RENTABILIDAD
SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN ARROZ, 1973-90
(MILES DE QUETZALES DE 1970)

Año	Gastos totales de investigación en arroz	Beneficios sociales atribuibles al ICTA*	
		Escenario I	Escenario II
1973	26.799	0.000	0.000
1974	53.598	0.000	0.000
1975	53.598	0.000	0.000
1976	68.323	0.000	0.000
1977	104.888	420.887	210.444
1978	111.989	756.966	378.483
1979	100.810	1 033.524	516.762
1980	103.669	1 207.288	603.644
1981	106.872	1 008.959	504.480
1982	87.338	860.944	430.472
1983	58.328	1 150.776	575.388
1984	62.130	657.926	328.963
1985	45.986	523.363	261.682
1986	79.256	837.062	418.532
1987	97.039	600.661	300.331
1988	79.556	711.131	355.565
1989	64.307	1 159.486	579.743
1990	43.482	1 047.182	523.591
Total descontado al 12.5% anual	507.274	3 387.424	1 693.712
Relación B/C		6.678	3.339
TIR (%)		96.512	63.098

(* En el escenario I el 100% de los beneficios del cambio tecnológico es atribuible al ICTA; en el escenario II el 50% de los beneficios del cambio tecnológico es atribuible al ICTA.

en arroz y los resultados del análisis de rentabilidad social. Puede apreciarse que la rentabilidad de la investigación agrícola en arroz es alta, acusa relaciones B/C de 6.678 y 3.339, y TIR de 96.512 y 63.098%, en los Escenarios I y II, respectivamente.

La relación B/C indica que por cada Quetzal gastado en investigación agrícola en arroz retornaron entre 3.34 y 6.68 en beneficios sociales. Por su parte, la TIR indica que para generar un flujo de beneficios sociales iguales a los generados por este programa de investigación en el Escenario I, los gastos de investigación debieron haberse depositado en una cuenta de ahorro y cobrar una tasa de interés de 96.512% anual durante 18 años. Para generar el flujo de beneficios del Escenario II, se debió haber cobrado una tasa de interés de 63.098% anual.

Comparando las TIR de este programa de investigación agrícola con el intervalo en que se encuentra el costo de oportunidad del capital en los países en desarrollo (8-15%) (Gittinger, 1987), se tiene que éstas tasas son entre 6 y 4 veces más altas que el límite superior de este intervalo, con lo cual se tiene un elemento extra que apoya el argumento de que la investigación agrícola en arroz ha sido una actividad altamente rentable para la economía nacional.

IV.

COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS SOBRE RENTABILIDAD SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN ARROZ

Para Centroamérica no encontramos referencias para arroz, sin embargo, los datos existentes sugieren que a nivel latinoamericano, el programa de investi-

gación del ICTA se encuentra en niveles de rentabilidad social similares a los del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el centro rector de la investigación agrícola en arroz de la región.

En un estudio reciente que cubre el período 1966-90, Sanint (1992) encontró que la contribución del CIAT a la investigación latinoamericana de arroz, en términos de costos y beneficios sociales, posee una TIR de 69%. Por otra parte, un estudio hecho en Colombia en los años setenta, permite indicar que el programa de arroz del ICTA se puede ubicar en el grupo de los programas con altos retornos sociales. Scobie y Posada (1976), encontraron que en Colombia durante 1957-74, la investigación agrícola en arroz registró TIR sociales que oscilaron entre 79 y 101%.

V. IMPLICACIONES

1. De acuerdo con Evenson y Flores (1978), los altos índices de rentabilidad sugieren que el nivel de inversión en investigación agrícola ha sido reducido. Este argumento es equivalente a indicar que si los beneficios sociales son el resultado de asignar recursos a una función de producción, la asignación de recursos para investigación agrícola en arroz, todavía se encuentra en la primera etapa de la producción, pues en esta etapa, el nivel de recursos empleados es bajo y registra productividades altas y crecientes, lo cual se asemeja al perfil mostrado por la investigación en arroz. Por tanto, una primera implicación de este trabajo es que la asignación de

recursos en este programa de investigación no ha sido la óptima.

2. Por otra parte, los bajos niveles de inversión en investigación agrícola en arroz y las altas ganancias sociales obtenidas, sugieren también que la sociedad está ganando una cuasi renta, la cual de acuerdo con la teoría económica debería ser empleada en el largo plazo para reproducir el recurso que la genera. En este caso, esta cuasi renta debe utilizarse para reproducir la capacidad investigativa del ICTA, tanto en instalaciones físicas como en programas de formación de capital humano y para evitar el éxodo del capital humano logrado.

BIBLIOGRAFÍA

- CHINN, D.L. (1976) "The Marketed Surplus of a Subsistence Crop: Paddy Rice in Taiwan" in *American Journal of Agricultural Economics* 58(3):583-587.
- EVENSON, R. (1967) "The Contribution of Agricultural Research to Production" in *Journal of Farm Economics* 49:1415-1425.
- EVENSON, R. (1978) "The Organization of Research to Improve Crops and Animals in Low-Income Countries" in T.W. Schultz (ed) *Distortions of Agricultural Incentives*. Bloomington, Indiana University Press. Páginas 223-245.
- EVENSON, R. E. y P. M. FLORES (1978) "Social Returns to Rice Research" in *Economic Consequences of the New Rice Technologies*, Los Baños, Filipinas,

- International Rice Research Institute (IRRI). Páginas 243-265.
- GITTINGER, J. P. (1987) Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. 2da. Reimpresión de la 2da. Edición. Traducción del inglés de C. Saavedra Arce. Madrid, Tecnos.
- GRILICHES, Z. (1964) "Research Expenditures, Education, and the Aggregate Agricultural Production Function" in *American Economic Review* 45:419-428.
- REYES HERNÁNDEZ, M. (1993) "Investigación Agrícola y Liberación de Divisas: el caso del maíz en Guatemala, 1975-90" in Memoria de la XXXIX Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala, ICTA. Páginas 109-112.
- REYES HERNÁNDEZ, M. (1995) Factores que han Contribuido al Sostenimiento de la Autosuficiencia de Maíz en Guatemala, 1975-90: Un Análisis Económico. Publicación Miscelánea 29. Guatemala, ICTA.
- REYES HERNÁNDEZ, M. (1996) Macroeconomía, Investigación Agrícola y Autosuficiencia Alimentaria: El Caso del Arroz en Guatemala, 1975-93. Borrador de trabajo. Guatemala, ICTA.
- SANINT, L. R. (1992) New Rice Technologies for Latin America: Social Benefits, Past Reminiscences and Issues for the Future. Trends in CIAT Commodities 1992. Working Document No. 111. Cali, Colombia, CIAT.
- SCOBIE, G. M. y R. POSADA (1976) The Impact of High-Yielding Rice Varieties in Latin America With Special Emphasis on Colombia. A Preliminary Report. Cali, Colombia, CIAT.
- TOQUERO, Z.; B. DUFF; T. ANDEN-LACSINA; e Y. HAYAMI (1975) "Marketable Surplus Functions for a Subsistence Crop: Rice in the Philippines" in *American Journal of Agricultural Economics* 57(4): 705-709.