

ADAPTABILIDAD DE LA INVESTIGACION EN EL CULTIVO DE ARROZ
A NIVEL INTERNACIONAL EN AMERICA LATINA

 CIAT
64676
COLECCION HISTORICA


BIBLIOTECA

Rafael Posada
Economista Agrícola
CIAT - Sept/81

8 SET. 1992

INTRODUCCION

Arroz tiene dos características particulares. La primera relacionada con producción, está definida por la gran adaptabilidad del cultivo a diferentes situaciones agroclimáticas. Esta adaptabilidad ha llevado a que el arroz sea cultivado en un variado número de sistemas de producción. (CIAT Long Term Plan). Estos sistemas de producción se pueden abstraer dentro de un continuo de n parámetros ó variables relacionadas con factores técnicos, climáticos, sociales, etc. La segunda característica está relacionada con consumo. Arroz se consume a todo lo largo y ancho de América Latina, pero existe una gran variabilidad en las cantidades consumidas. Mientras en algunos países el consumo percapita aparente sobrepasa los 100 kilogramos por año, en otros el consumo percapita aparente es ligeramente mayor a los 10 kilogramos por año. (CIAT Highlights).

La investigación del cultivo de arroz tiene una estructuración bien definida. Existen dos tipos de instituciones: a) Los centros internacionales de investigación, que se dedican principalmente a la investigación básica, que tiene como objetivo el mejoramiento de las variedades a través del mejoramiento, y b) Los centros nacionales de investigación, que se dedican principalmente a la investigación adaptiva, que tiene como objetivo seleccionar las variedades que mejor se comporten en las condiciones de producción de cada país. La labor de un grupo de instituciones es complementaria a la labor del otro grupo. Para los centros internacionales sería casi imposible probar todo su material genético en cada uno

de los sistemas de producción sin la colaboración de la extensa red formada por los centros nacionales. Sin embargo, por otra parte, debido a limitaciones de tamaño, técnico y económico los centros nacionales tendrían que reducir la cantidad de material genético para ser probado en sus condiciones particulares.

La situación descrita en los dos párrafos anteriores plantea un reto para la persona que intente medir los beneficios y/o rentabilidad de las inversiones hechas en la investigación de arroz a nivel internacional en América Latina. En primer lugar, el impacto de la investigación en la cantidad producida de arroz va a variar de país a país dependiendo de:

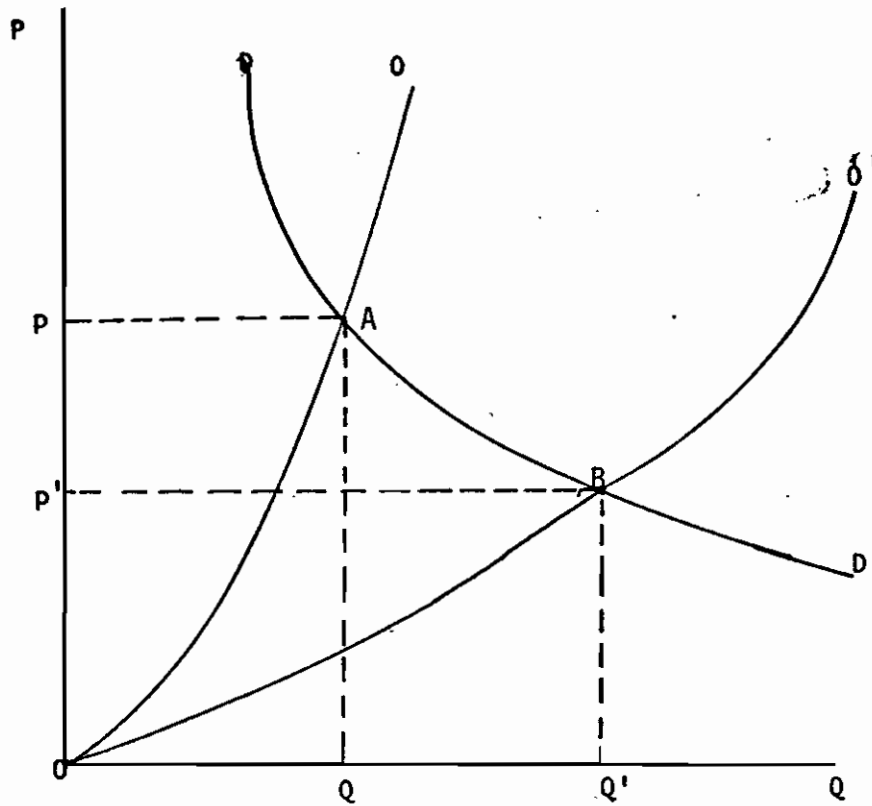
- a) La adaptabilidad del material a las condiciones de producción del país.
- b) La capacidad del centro nacional para seleccionar el material o variedad que mejor se adapte a estas mismas condiciones.
- c) La velocidad con que el nuevo material sea difundido entre los agricultores del país.
- d) El porcentaje del área que sea sembrado con este nuevo material ó variedad, y
- e) El incremento en el área sembrada debida al impacto de las nuevas variedades.

En segundo lugar, el impacto de esta producción adicional también va a variar de país a país dependiendo de:

- a) La preferencia de los consumidores por consumir más arroz, y/o usarlo como sustituto de otros alimentos, y
- b) Las políticas gubernamentales relacionadas con el precio de los insumos y del producto. Especialmente en lo relacionado con las exportaciones ó importaciones del producto final, arroz.

FIGURA No1

Modelo propuesto para estimar Beneficios Sociales de cambios tecnológicos.



Tomadode: Evenson y Flores, "Social Returns Rice Research" in Economic Consequences of the New Rice Technology IRR1 1.978

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados de un intento de estimar los beneficios y rentabilidad del Programa de Arroz en el CIAT. Básicamente este ejercicio fué realizado en respuesta a la demanda por parte de las directivas de tener un conocimiento aproximado sino de la magnitud de la rentabilidad, a lo menos de su dirección. El ejercicio probó ser útil en términos de detectar las necesidades de investigación que permitan una mejor estimación del impacto de las investigaciones y en términos de entender cómo la dimensión de este impacto está fuera de control del sistema formado por los centros nacionales e internacionales y está sujeto a otras variables de carácter político, sociológico y económico.

Los resultados aquí presentados son tentativos, sujetos a revisión. En la estimación de los parámetros necesarios se utilizó en un alto grado un nivel de subjetividad determinado: 1) por el conocimiento y expectativas del personal del Programa de Arroz y 2) por las proyecciones que se pueden hacer en base al comportamiento del sector en períodos anteriores.

DESCRIPCION DE METODOLOGIA

Básicamente el objetivo final es obtener una relación beneficio costo para el Programa de Arroz del CIAT. Para obtenerla es necesario tener un flujo de los beneficios y costos generados por el programa, en un período de tiempo determinado. Los beneficios son equivalentes a los beneficios sociales anuales provenientes de la mayor disponibilidad de arroz en América Latina debido a la presencia de nuevas variedades en cada uno de los sistemas de producción de arroz. Para la estimación de estos beneficios anuales se utilizó la metodología planteada por Evenson y Flores, que se presenta en la Figura 1. En el año n se esperaría para América Latina un precio y una cantidad, P y Q, en la ausencia de investigación. Como consecuencia de la investigación y difusión de las nuevas variedades y tecnologías se espera

que la oferta se desplace a O' determinando un nuevo precio y cantidad, P' y Q' respectivamente. Los beneficios sociales están representados en el triángulo OAB (Evenson y Flores). Cinco parámetros son básicos para estimar el área del triángulo OAB:

1. El precio sin el cambio tecnológico i.e. P
2. La cantidad sin el cambio tecnológico i.e. Q
3. La elasticidad precio de oferta
4. La elasticidad precio de demanda
5. El porcentaje de aumento de la oferta i.e. $(Q'-Q)/Q=k$

Dado que arroz se produce bajo varios sistemas y el impacto tecnológico será diferencial en cada uno de ellos k se va a estimar como:

$$\sum_{i=1}^n (Q'_{ij} - Q_{ij}) / \sum_{i=1}^n Q_{ij} = K_j \quad j = 1, 2 \dots m$$

donde:

Q_{ij} = La cantidad producida por el sistema i sin el cambio tecnológico, en el año j

Q'_{ij} = La cantidad producida por el sistema i con el cambio tecnológico, en el año j

K_j = El porcentaje de aumento en la oferta total en el año j .

El impacto del cambio tecnológico promovido por la investigación en mejoramiento genético se expresa principalmente en un aumento en los rendimientos promedios del sistema de producción. Si se asume que el área sembrada sería igual con o sin el cambio tecnológico, lo cual introduce un sesgo hacia abajo, la ecuación (1) se puede reescribir como:

Siempre y cuando $R'_{ij} > R_i$

donde:

A_{ij} = Area sembrada en el sistema i , en el año j .

R_i - Rendimiento promedio en la ausencia del cambio tecnológico

R'_{ij} = Rendimiento promedio con el cambio tecnológico en el año j

El rendimiento promedio con el cambio tecnológico en el año j va a depender del porcentaje del área sembrada con el nuevo material. La producción total del sistema i en el año j se puede escribir como:

$$Q'_{ij} = (A_{ij} - p_{ij} A_{ij}) R_i + p_{ij} A_{ij} R''_{ij} \quad (3)$$

donde:

p_{ij} = es el porcentaje del área sembrada con el nuevo material en el sistema i , año j

R_i = rendimiento promedio del material disponible antes del cambio tecnológico

R''_{ij} = rendimiento promedio del nuevo material (variedades) disponibles después del cambio tecnológico.

Si se cumple que:

$$R''_{ij} > R_i$$

Se puede escribir:

$$R''_{ij} = R_i + d_i$$

Donde:

d_i = es el incremento en rendimiento debido al cambio tecnológico.

Por lo tanto (3) se puede reescribir como:

$$Q'_{ij} = (A_{ij} - p_{ij} A_{ij}) R_i + p_{ij} A_{ij} (R_i + d_i) \quad (4)$$

Que es equivalente a:

$$Q'_{ij} = A_{ij} (R_i + p_{ij} d_i) = A_{ij} R_i \quad (5)$$

Por lo tanto (2) se puede reescribir como:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n ((A_{ij} * (R_i + p_{ij} d_i)) - A_{ij} * R_i)}{\sum_{i=1}^n (A_{ij} * R_i)} \quad (6)$$

Simplificando se tiene:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ij} p_{ij} d_i}{\sum_{i=1}^n A_{ij} * R_i} \quad (7)$$

Es decir que el desplazamiento porcentual de la curva de oferta va a depender de tres elementos claves

1. El área sembrada en cada uno de los sistemas.
2. El porcentaje del área sembrada con el nuevo material
3. El incremento absoluto en rendimientos que se espera con el nuevo material

Grilliches y otros autores han probado que la difusión y adopción de nueva tecnología presenta tres etapas: una inicial donde la adopción es lenta, otra intermedia donde la adopción es rápida y una final donde la adopción vuelve a ser relativamente lenta a medida que se acerca al 100 por ciento. Las funciones sigmoideas se ajustan a este tipo de patrones. La Figura 2 presenta una de estas funciones donde el 90 por ciento de adopción se alcanza a los 10 años. Estas funciones tienen la expresión algebraica

$$p = \frac{\bar{K}}{1 + e^{-\alpha + \beta t}} \quad (8)$$

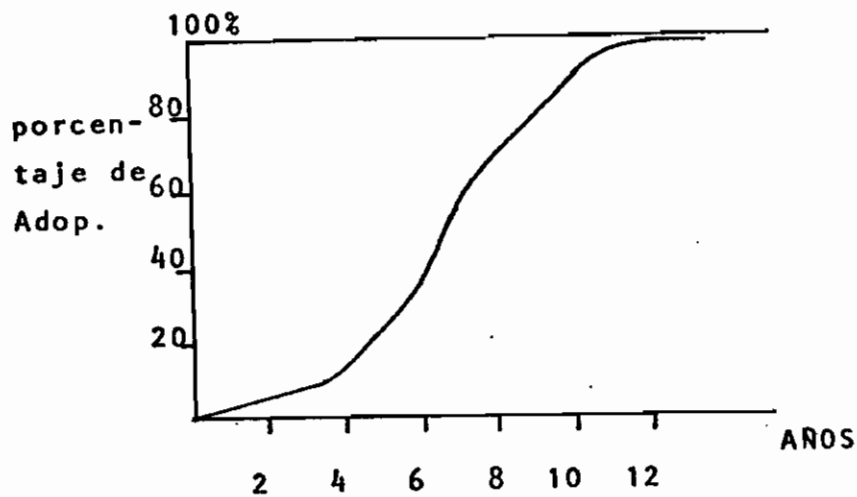
donde:

- p es el porcentaje de adopción
- \bar{K} el máximo porcentaje de adopción esperado 100%
- α, β parámetros de la función
- t el año

Para determinar los parámetros α, β basta hacer supuestos sobre el porcentaje de adopción en el primer año, usualmente 1 por ciento y el año final en

FIGURA No 2

Tipo de función utilizada para estimar
tasas de adopción y difusión de nueva
tecnología



Graficado en base a la función

$$P = \frac{100}{1 + e^{4.595 - 0.678t}}$$

Asumiendo un período de adopción de 10 años para 90%

el que se alcanza el máximo porcentaje de adopción esperado. El elemento crítico a ser determinado es el número de años, período, en el cual se alcanza el máximo porcentaje de adopción, en cada uno de los sistemas. Incorporando esta función en (7) se tiene que

$$K_j = \sum_{i=1}^n A_{ij} * \frac{100}{1 + e^{-\beta t_i}} * d_i / \sum_{i=1}^n A_{ij} * R_i \quad (9)$$

$j = 1, 2 \dots m$
 $t_i = j + \delta_i \dots j + \theta_i$

donde:

$j + \delta_i$ es el año donde comienza el proceso de adopción

y $j + \theta_i$ es el año donde se alcanza el máximo de adopción posible

Una vez se ha estimado el K_j se puede proceder directamente a estimar los beneficios sociales anuales en base a las fórmulas proporcionadas en Evenson y Flores. Para aproximar el área del triángulo OAB los autores citados han procedido a dividirlo en dos áreas, Figura 3, BFO y ABF. Estas áreas han sido aproximadas por:

$$BFO = KPQ \quad (10)$$

$$y \quad ABF = \frac{1}{2} K^2 pq \frac{(1 + \beta)^2}{(\beta + \gamma)} \quad (11)$$

donde K es el porcentaje de desplazamiento de la curva de oferta

P es el precio en ausencia del cambio tecnológico

Q es la cantidad en ausencia del cambio tecnológico

β es la elasticidad precio de la oferta

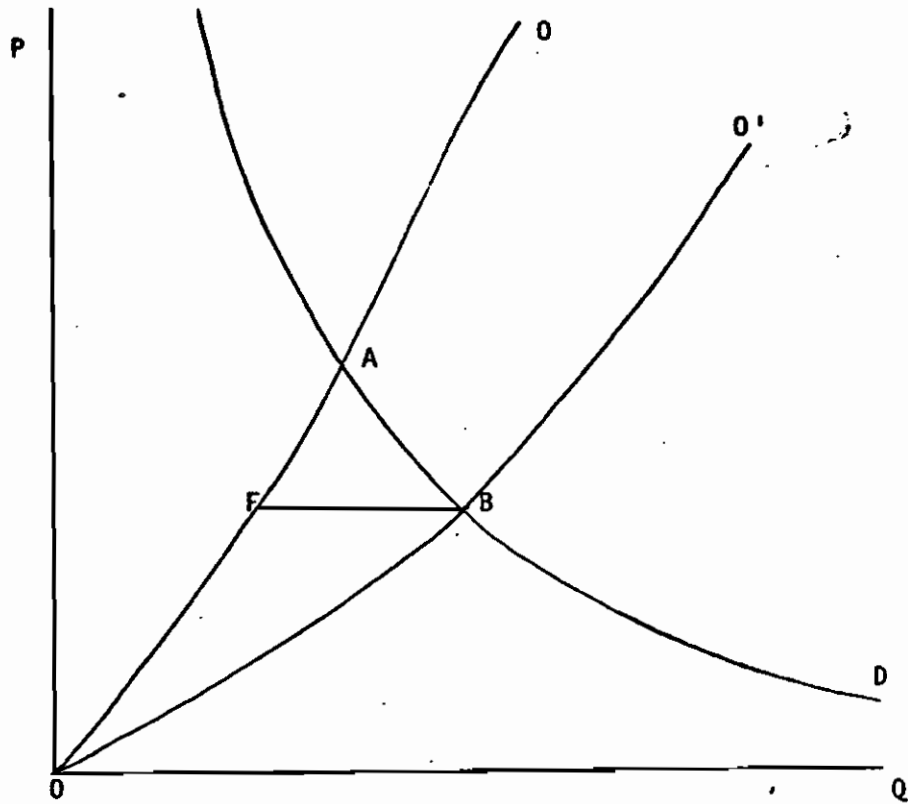
γ es la elasticidad precio de la demanda

Por lo tanto, los beneficios sociales en el año j (BS_j) se pueden estimar como:

$$BS_j = K_j P_j Q_j \left(\frac{1 + \frac{1}{2} K_j \frac{(1 + \beta)^2}{(\beta + \gamma)}}{2} \right) \quad (12)$$

FIGURA No 3

División del triángulo AOB para aproximar los Beneficios Sociales.



Tomado de Evenson y Flores, 'Social Returns to rice Research' in Economic consequences of the New Rice technology IRRI, 1.978

Ahora bien; como anotan Evenson y Flores (p 254) y se puede observar en el Cuadro 1, diferentes elasticidades no tienen gran diferencia en la estimación de los beneficios sociales totales, quedando como factores más importantes:

- a. El área sembrada en cada sistema de producción
- b. El porcentaje de adopción, que a su vez depende del período estimado para obtener 100% de adopción.
- c. El incremento absoluto en rendimientos debido al cambio tecnológico
- d. El precio del producto, arroz
- e. La cantidad producida sin el cambio tecnológico

Intuitivamente este resultado es bastante claro para todos los profesionales de las diferentes disciplinas y permite enfocar la investigación hacia puntos más concretos.

Vale la pena recordar que estos beneficios son el resultado del esfuerzo e inversión colaborativos de los centros nacionales e internacionales y que solo un porcentaje de ellos puede ser atribuido a una institución como el Programa de Arroz del CIAT.

Para estimar la rentabilidad de las inversiones en el Programa de Arroz la sumatoria del valor presente de estos beneficios será comparada con la sumatoria del valor presente de los costos estimados del programa a través de la relación beneficio-costos.

CUADRO 1.

Sensibilidad de los Beneficios Sociales
Anuales a Diferentes: Elasticidades Precio
de Oferta y Demanda 1/.

ELASTICIDAD DEMANDA γ	ELASTICIDAD OFERTA β	
	.1	.6
	- .23	3.66
- .47	2.1	2.3

1/ El valor de $\frac{(1 + \beta)^2}{(\beta + \gamma)}$

A continuación se van a describir los sistemas de producción de arroz en América Latina, haciendo un énfasis especial en el estado actual de la investigación. Esta descripción será utilizada en la siguiente sección para apoyar los supuestos hechos con relación a los parámetros requeridos para utilizar esta metodología.

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

Los sistemas de producción de arroz se pueden agrupar, de una manera muy general, en cuatro grandes categorías: Riego, Rainfed, Secano Favorecido y Secano no Favorecido. El sistema riego se caracteriza porque: los agricultores tienen control sobre el manejo del agua, se utilizan variedades mejoradas de altos rendimientos, el paquete tecnológico incluye la utilización de insumos de origen industrial, la preparación y la cosecha se realizan mecánicamente, el tamaño de las fincas ó unidades de explotación varían de región a región, usualmente el sistema se encuentra en regiones de buena infraestructura. La investigación en arroz para América Latina durante los últimos 15 años ha estado principalmente orientada hacia este sistema. Las nuevas variedades ya están disponibles a los agricultores de los diferentes países. El grado de adopción varía de país a país dependiendo en la bondad de los programas de extensión existentes. Rendimientos actuales promedios para América Latina son de 3.5 toneladas por hectárea (Ton/ha), se espera que para 1985 estos rendimientos alcancen a 4.0 Ton/ha.

El sistema de producción rainfed es relativamente pequeño, asociado principalmente con cultivos de subsistencia que se desarrollan en los bordes de los rios aprovechando sus desbordamientos. Las variedades utilizadas son tradicionales de bajos rendimientos; el uso de insumos de origen químico-industrial es prácticamente nulo; todas las labores se realizan manualmente lo cual impone un límite al tamaño de explotación por familia, siendo el tamaño promedio de 1/2 Ha.

El sistema está en regiones de suelos inundables que a la vez carecen casi totalmente de infraestructura. Las variedades utilizadas se han adaptado a las severas condiciones impuestas por el medio ambiente. Desde que no existe un plan de investigación exclusivamente orientado hacia este sistema, no se espera tener algún impacto futuro en los actuales rendimientos de 2.5 ton/ha.

El sistema secano favorecido se caracteriza por estar en suelos fértiles, con una precipitación abundante y bien distribuida que permite la utilización de material mejorado desarrollado para el sistema de riego y la aplicación de insumos agro-químicos; las labores están mecanizadas. Las regiones donde se encuentra este sistema tienen una infraestructura medianamente desarrollada. La investigación para este sistema apenas se está iniciando, sin embargo es de esperar que material mejorado que se adapte a las condiciones del sistema esté disponibles en un número corto de años debido a que gran parte de la metodología y fuentes genéticas para resistencia y productividad puede ser tomados del sistema riego.

El sistema secano no favorecido, es el sistema de mayor potencialidad en América Latina. El sistema se desarrolla en suelos pobres, de poca e irregular precipitación. Las condiciones ambientales crean diferentes presiones a través de regiones, lo que genera problemas de obtener materiales mejorados de una adaptabilidad amplia. Las áreas potenciales se encuentran en regiones apartadas de los centros de consumo con poca o ninguna infraestructura, y por lo tanto tienen un costo de oportunidad bajo. La investigación en este tipo de sistema de producción apenas está comenzando, se espera que material mejorado esté disponible para los agricultores en un período prudencialmente largo. La tecnología que se espera desarrollar es una de bajos costos de producción, con un uso mínimo de insumos, a expensas de unos rendimientos relativamente menores con respecto a los otros sistemas.

Para aplicar la metodología descrita anteriormente estos cuatro sistemas se van a utilizar como unidades de análisis, la siguiente sección presenta los parámetros y los supuestos hechos para su estimación.

APLICACION DE LA METODOLOGIA

En el Cuadro 2 se presentan las estimaciones para 1978 del área sembrada, rendimientos y producción de cada uno de los sistemas descritos. El primer paso es proyectar las áreas sembradas en cada sistema. Para alcanzar este objetivo se hicieron los siguientes supuestos.

- a. Para proyectar el área de riego se utilizó la tasa de crecimiento histórica de las tierras bajo riego en América Latina, calculada de los datos reportados por FAO en sus anuarios de producción. El supuesto implícito en esta proyección es que la participación de los cultivos se mantiene constante en estas tierras.
- b. Dadas las características del sistema rainfed no se espera que en el futuro el área de este sistema aumente.
- c. Para proyectar el área del sistema secano favorecido se utilizó la tasa de crecimiento promedia anual de México, Costa Rica, Guatemala, Venezuela, Ecuador, Colombia y Perú, países donde predomina este sistema de producción.
- d. Para proyectar el área del sistema secano no favorecido se proyectó por residuo. El área total en arroz en América Latina se proyectó con la tasa de crecimientos histórica, luego se substrajo el área estimada para los otros sistemas.

El Cuadro 3 presenta los resultados de estas proyecciones. Ellas introducen un sesgo hacia abajo en la estimación de beneficios pues en el caso de tener un impacto positivo con la investigación es de esperar que las tasas de crecimiento

CUADRO 2

SISTEMA DE PRODUCCION ARROZ 1978

Sistema	Area Millones Has	%	Rendimiento ton/ha	Producción Millones tons	%
Riego	1.9 ^{1/}	.27	3.5	6.6	.47
Rainfed	.6 ^{2/}	.09	2.5	1.6	.11
Secano Favorecido	1.3 ^{3/}	.18	2.0	2.5	.18
No favorecido	3.4 ^{4/}	.46	1.0	3.3	.24
TOTAL	7.2	1.00	1.9	14.0	1.00

^{1/} IRTP, Reporte de la Tercera Conferencia, CIAT-IRRI, Mayo/79.

^{2/} República Dominicana, Haití. Anuario de producción FAO, Ecuador 20.000 has, Sistema de Pozas. Programa Nal. de Arroz Guayaquil.

^{3/} México, Costa Rica, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Anuario de Producción FAO.

^{4/} Estimado como Residual.

CUADRO 3.

Proyecciones del Area Sembrada en Cada Sistema de Producción de Arroz, en Base a Tasas de Crecimiento Históricas, 1981-2000

No.	Años	Riego ^{1/}	Rainfed	Secano ^{2/} Favorecido	Secano no ^{4/} Favorecido	Total ^{3/}
	1978	1.9	.6	1.3	3.4	7.2
1	1981	1.9	.6	1.3	4.0	7.8
2	2	1.9	.6	1.3	4.2	8.0
3	3	2.0	.6	1.4	4.2	8.2
4	4	2.0	.6	1.4	4.5	8.5
5	5	2.0	.6	1.5	4.6	8.7
6	6	2.0	.6	1.5	4.8	8.9
7	7	2.1	.6	1.5	5.0	9.2
8	8	2.1	.6	1.5	5.2	9.4
9	9	2.1	.6	1.5	5.5	9.7
10	1990	2.1	.6	1.6	5.7	10.0
11	1	2.2	.6	1.6	5.9	10.3
12	2	2.2	.6	1.6	6.1	10.5
13	3	2.2	.6	1.6	6.4	10.8
14	4	2.2	.6	1.7	6.6	11.1
15	5	2.2	.6	1.7	7.0	11.5
16	6	2.3	.6	1.7	7.2	11.8
17	7	2.3	.6	1.8	7.4	12.1
18	8	2.3	.6	1.8	7.8	12.5
19	9	2.3	.6	1.8	8.1	12.8
20	2000	2.4	.6	1.8	8.4	13.2

1/ Tasa de crecimiento 1% anual

2/ Tasa de crecimiento 1.6% anual

3/ Tasa de crecimiento 2.8% anual

4/ Estimado por diferencia

Las áreas dadas para el año base 1978 fueron tomadas del CIAT Highlights, Cuadro 5.6, pp.52, CIAT International Document 16, Mayo, 1981.

se aceleren un poco más, resultando en una mayor área sembrada en arroz.

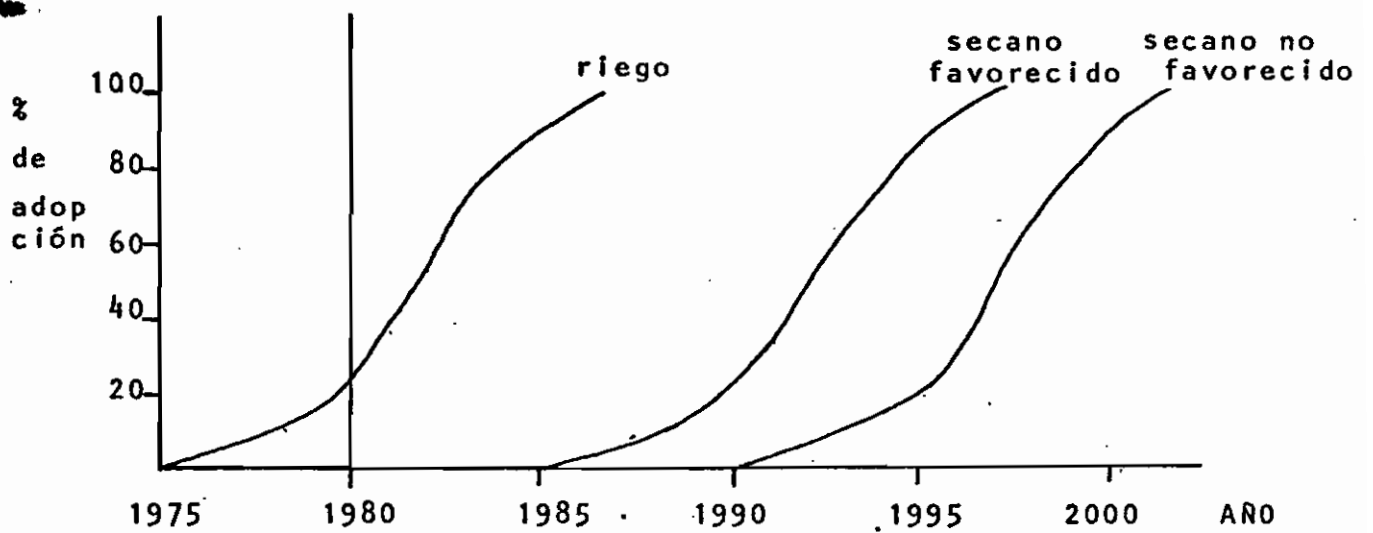
La Figura 3 representa las expectativas que se tienen sobre el impacto de la investigación en arroz en América Latina. Ya existe material mejorado para el sistema de riego y el proceso de difusión y adopción ya se ha iniciado, se espera que para el año 1985 se haya alcanzado cerca del 100% de adopción y los rendimientos promedien 4.0 ton/ha, se espera tener material disponible para el sistema seco favorecido para el año de 1985. El rendimiento potencial se proyecta que sea media tonelada más alto que el rendimiento promedio actual ó sea de 2.5 ton/ha. El período de adopción se estima en 10 años, que se estima basado en la experiencia del sistema de riego.

Desde que la investigación en el sistema seco no favorecido apenas se está iniciando solo hasta 1990 se espera tener material mejorado disponible con un rendimiento potencial promedio de 1.5 ton/ha, media tonelada más alto que los actuales rendimientos. El período de difusión y adopción también se espera que sea de 10 años ó sea que para el año 2000 se esperaría adopción completa.

Es útil discutir un poco más estos supuestos sobre aumentos en rendimientos y períodos de adopción y difusión. La investigación en el sistema riego trajo como consecuencia un aumento en los rendimientos promedios de 1.5 ton/ha pasando de 2.5 a 4.0 ton/ha. Estos rendimientos son más bajos que los rendimientos potenciales y experimentales debido a la gran diversidad de condiciones bajo las cuales se practica el cultivo de arroz riego. Las expectativas para los otros dos sistemas son menos optimistas. Solo se espera un incremento de media tonelada. En parte esto se debe a que las condiciones de los sistemas de seco imponen restricciones más fuertes que limitan la adaptabilidad de las variedades.

FIGURA No 3

Sistema de producción de arroz, disponibilidad de material mejorado y tasas de difusión y adopción..



Estimados en base a la formula

$$P = \frac{100}{1 + e^{4.595 - 1.36t}}$$

Implícito en este análisis está el supuesto de que los rendimientos en cada uno de los sistemas hubieran permanecido constantes en la ausencia de la investigación en arroz en América Latina. Este no es un supuesto muy fuerte cuando se observan los rendimientos sobre el tiempo en cultivos en los cuales no se ha hecho investigación. Sin embargo, no se está argumentando que en ausencia de la inversión internacional los rendimientos hubieran permanecido constantes, sino por el contrario, se quiere dejar en claro que el papel de los centros nacionales es un elemento importante en este proceso. Es por esta razón que los beneficios que se atribuyen al Programa de Arroz del CIAT son solo un pequeño porcentaje del total de beneficios que se generan de la investigación.

El próximo parámetro a ser estimado es el precio del arroz. Este es un parámetro difícil de ser estimado. Aquí se ofrece la hipótesis de que este precio se puede mantener constante sobre el tiempo. Las razones para plantear esta hipótesis son las siguientes:

- a) Arroz es un alimento básico para la mayoría de la población de bajos ingresos en América Latina. Por esta razón los gobiernos de los diferentes países han tendido en el pasado a mantener su precio.
- b) En caso de que en ausencia del cambio tecnológico la demanda de arroz excediera la oferta los gobiernos tratarían de mantener su igualdad por medio de importaciones, créditos de fomento u otras medidas gubernamentales, manteniendo el precio constante.
- c) La probabilidad de que el precio de arroz tendiera a disminuir en el futuro es casi igual a cero. Al asumir un precio constante sobre el tiempo se está introduciendo probablemente un sesgo hacia abajo en las estimaciones.

El precio promedio FOB de arroz importado para la década del 70 fué de 369 dólares (Revista Arroz varios números) por tonelada. Este precio es para arroz blanco. El equivalente en arroz paddy es de 240 dólares por tonelada.

Como valores para las elasticidades precio de oferta y demanda se tomaron los valores utilizados por Evenson y Flores de .4 para la oferta y -.3 para la demanda que son los puntos medios de los rangos reportados en otros estudios. El Cuadro 4 presenta el flujo de los beneficios sociales estimados en base a esta metodología.

RELACIONES BENEFICIO COSTO

Para estimar las relaciones beneficio costo del Programa de Arroz del CIAT se asumió que el CIAT puede capturar el 20 por ciento del total de beneficios estimados en el Cuadro 4 y que los beneficios del año 2000 se van a proyectar constantes en los próximos 20 años, es decir hasta el año 2020.

Las proyecciones de costos del Programa de Arroz son de 1.6 millones de dólares para 1981; 1982 y 1983 y de 2.0 millones de dólares en adelante a precios de 1980 ó sea que el valor presente de los costos del programa se pueden estimar en 78.8 millones de US dólares.

Usando una tasa de descuento del 10 por ciento, el valor presente de los beneficios totales es de 15868 millones de US dólares y por lo tanto la relación beneficio costo para el Programa de Arroz del CIAT será igual a:

$$RBC = \frac{3173}{78.8} = 40.3$$

Esta relación beneficio costo aunque grande no es una sorpresa pues estudios en otros cultivos y otras ramas de investigación siempre han mostrado RBC subs-

CUADRO 4

Parámetros Utilizados para Estimar los Beneficios Sociales de la Investigación en el Cultivo de Arroz a Nivel Internacional en América Latina

Año	K ^{1/} %	Precio ^{2/} US\$/ton	Cantidad ^{3/} Millones/ton	Beneficios sociales Millones US\$	V.P.B.S. ^{4/} 5%
1981	.003	240	14.75	11	10
2	.01	240	14.95	36	34
3	.02	240	15.50	76	65
4	.04	240	15.80	160	131
5	.05	240	16.10	207	162
6	.06	240	16.30	254	189
7	.06	240	16.85	263	186
8	.06	240	17.05	266	180
9	.07	240	17.35	320	206
1990	.07	240	17.75	327	200
1	.08	240	18.30	391	228
2	.10	240	18.50	506	281
3	.11	240	18.80	573	303
4	.16	240	19.20	708	357
5	.16	240	19.60	921	443
6	.18	240	20.15	1090	499
7	.21	240	20.55	1340	584
8	.25	240	20.95	1697	705
9	.26	240	21.25	1809	715
2000	.28	240	21.90	2048	771

1/ Estimado como $\frac{Q' - Q}{Q} = K$

2/ Precio promedio F.O.B. para América Latina, Arroz paddy

3/ Estimado como el Area proyectada en cada sistema por el nivel de rendimientos actuales.

4/ Valor presente de los beneficios sociales descontados al 5 por ciento.



tancialmente mayores a 1.

No se estimó útil hacer una parametrización en base a precios y tasas de interés dada la magnitud de los beneficios totales y de la relación beneficio costo.

LIMITACIONES DEL EJERCICIO

El alto grado de subjetividad en la estimación de los parámetros, aunque basados en tasas de crecimiento y comportamiento históricos y las expectativas de los investigadores, impone limitaciones al uso de estos resultados. Especialmente se debe evitar la comparación de esta RBC con la de otros programas. Las estimaciones han sido calculadas lo más conservativamente posible siempre incluyendo sesgos hacia abajo.

Si se desea comparar la rentabilidad de los programas en base al criterio RBC se debe entonces emprender un análisis en conjunto donde se introduzcan explícitamente las relaciones existentes entre cultivos; por ejemplo elasticidades cruzadas de precio, rotaciones, elasticidades ingreso y competitividad por recursos tales como tierra, fertilizantes y crédito.