

IICA
SPIAALC-A1/SC
98-01

3

Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las tres últimas décadas



PRIORIZACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE



El Proyecto de *Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe* (ALC) fue auspiciado por el BID, coordinado por el Área de Ciencia y Tecnología, Recursos Naturales y Producción Agropecuaria del Consorcio Técnico del IICA, y coejecutado con el IFPRI con la colaboración del PROCINDINO, el PROCISUR, el CARDI, el PRIAG, el SICTA, el CIAT y los institutos nacionales de investigación agropecuaria de ALC.

Su principal objetivo fue el de estimular y desarrollar la capacidad de aplicar metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a la investigación agropecuaria multinacional y nacional.

Las principales actividades del proyecto consistieron en:

- Capacitar a técnicos y directivos de INIAS y otras instituciones de investigación agropecuaria en metodologías de evaluación y aplicaciones de priorización de la investigación.
- Fortalecer sistemas de información y bases de datos de prioridades en los niveles regional y subregional.
- Desarrollar y aplicar metodologías de evaluación y priorización de la investigación multinacional y nacional.

Los principales resultados del proyecto incluyen:

1. Profesionales capacitados en metodologías de evaluación y prioridades de investigación.
2. Material educativo en evaluación y prioridades (manuales y *software*).
3. Bases de datos sobre información agroecológica, socioeconómica y técnica.
4. Programas de computación y manuales para evaluar la investigación agropecuaria: *DREAM* y *DreamSur*.
5. Evaluaciones de la investigación multinacional en la Subregión Andina, el Caribe y Mesoamérica.



Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las tres últimas décadas

Luis R. Sanint, CIAT
Stanley Wood, IFPRI

*Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para
Priorizar Investigación Agropecuaria en
América Latina y el Caribe*

IICA
SPIAALC-A1/SC
98-01

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) / Banco Interamericano de Desarrollo (BID) / Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI).
Abril, 1998.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y los planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA, del BID, del IFPRI o de cualquier otra institución que haya participado en el Proyecto IBP-2, las que se reservan el derecho de formular al respecto las observaciones o salvedades que se consideren apropiadas.

La Edición de la Serie estuvo a cargo de Héctor Medina Castro. El Servicio Editorial y de Idiomas del IICA fue responsable de la revisión estilística de esta publicación, y la Imprenta del IICA de su diagramado, montaje e impresión.



Sanint, Luis R.

Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las tres últimas décadas / Luis R. Sanint, Stanley Wood. - San José, C.R. : BID : IICA : IFPRI, 1998.

24 p. ; 28 cm. - (Serie Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe / IICA, ISSN 1029-4821 ; no. A1/SC-98-01)

ISBN 92-9039-353 X

Convenio IICA-BID ATN//SF/4833-RG: Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe

1. Arroz - Producción - América Latina. 2. Arroz - Producción - Caribe. 3. Arroz - Mercados - América Latina. 4. Arroz - Mercados - Caribe. I. Wood, Stanley. II. IICA. III. BID. IV. IFPRI. V. Título. VI. Serie.

AGRIS
E16

DEWEY
338.17318

Serie Priorización de la Investigación
Agropecuaria en América Latina
y el Caribe

ISSN 1029-4821
A1/SC-98-01

Abril, 1998
San José, Costa Rica

INDICE

PRESENTACION	5
SIGLAS	7
1. INTRODUCCION	9
2. EL ARROZ EN LATINOAMERICA Y EL CARIBE	11
2.1. Evolución de la Producción del Arroz en Latinoamérica	11
2.2. Fases en la Producción del Arroz en el Período 1966-1995	12
3. LOS BENEFICIOS ECONOMICOS EN ALC DE LAS INVERSIONES PASADAS EN IyD PARA ARROZ	15
3.1. Regiones del Mercado y su Interacción	17
3.2. Especificación del Modelo y Estimación del Parámetro para Análisis <i>Ex Post</i>	19
4. RESULTADOS	20
BIBLIOGRAFIA	24

PRESENTACION

La globalización económica y el auge del comercio internacional, el combate contra la pobreza y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales caracterizan el entorno en que se desenvuelven los países de América Latina y el Caribe (ALC) al aproximarse el siglo XXI. En la época actual, las fuerzas propulsoras de la globalización y liberalización de mercados conducen a una mayor especialización de la producción agropecuaria de acuerdo con las ventajas comparativas y competitivas de los países, las cuales adquieren dinamismo gracias al cambio tecnológico, que permite generar más y mejores productos a un menor costo.

Los acuerdos multilaterales de la OMC y el ALCA, los bloques comerciales que se han constituido en la región (como el NAFTA, el MERCOSUR, el Pacto Andino, el Mercado Común Centroamericano y el CARICOM) y los múltiples acuerdos de libre comercio entre países ofrecen y crean oportunidades para hacer efectiva una integración tecnológica que conduzca, mediante la investigación multinacional en áreas específicas, al aprovechamiento pleno de la diversidad agroecológica y biológica y de las capacidades de investigación de las naciones, más allá de las fronteras geopolíticas, para incrementar la capacidad productiva de la región en beneficio de su población.

En respuesta al proceso de globalización y liberalización de mercados, los gobiernos de los países han hecho ajustes que en muchos casos han significado reducciones selectivas del gasto público. Estos cambios son significativos para la inversión en investigación agropecuaria, porque los fondos destinados a ésta se han reducido, en términos reales, en la mayoría de los países. Al mismo tiempo, la eliminación de subsidios e impuestos también representa cambios en la rentabilidad de algunas tecnologías.

A pesar de que los fondos se reducen, la demanda que enfrentan las instituciones públicas y privadas de investigación tiende a aumentar y a diversificarse. Los gobiernos requieren cada vez más demostraciones de los impactos socioeconómicos que la investigación produce y que, además, ésta amplíe su alcance y usuarios potenciales. Por consiguiente, exigen que se dé respuesta a esa demanda y se amplíe la gama de metas de la investigación, más allá de incrementar la producción, y que también se incluyan otros objetivos, tales como: sostenibilidad desde el punto de vista ambiental y reducción de la pobreza urbana y rural, entre otros. En estas circunstancias, identificar prioridades y asignar recursos a la investigación de manera óptima, con menos fondos pero con mayor cantidad de objetivos, se torna complejo y difícil. Sin embargo, los cambios que se experimentan en el entorno actual también brindan oportunidades para explotar las ventajas que ofrece la investigación multinacional, mediante nuevos arreglos institucionales en el marco de los bloques comerciales regionales y subregionales y de los múltiples acuerdos binacionales de libre comercio.

Es precisamente en este marco donde se publica la presente serie, denominada *Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe*. Es oportuno señalar que la serie permite contar con varios enfoques metodológicos de evaluación económica *ex ante* de la investigación; en este sentido, sirve de instrumento para apoyar la toma de decisiones de inversión y “visualizar” sus implicaciones futuras.

En 1995 el IICA y el BID firmaron un convenio de cooperación para ejecutar el *Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe*, coordinado por la Dirección del Área de Ciencia y Tecnología,

Recursos Naturales y Producción Agropecuaria en el ámbito del Consorcio Técnico del IICA y coejecutado con el IFPRI con la colaboración del PROCIANDINO, el PROCISUR, el CARDI, el PRIAG, el SICTA, el CIAT y los institutos nacionales de investigación agropecuaria de ALC. Su principal objetivo fue el de estimular y desarrollar la capacidad de aplicar metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a la investigación agropecuaria multinacional y nacional.

La serie, que difunde los principales productos del Proyecto, consta de ocho documentos: 1) Prioridades de Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe: Cinco Años de Experiencia Conjunta IICA-BID; 2) Dream: Manual para el Usuario; 3) Impacto de la Investigación del Arroz en Latinoamérica y el Caribe Durante las Tres Últimas Décadas; 4) Una Revisión del *Software* de Evaluación de la Investigación Agropecuaria; 5) Evaluación Económico-Ecológica de Temas de Investigación Agropecuaria en los países Andinos; 6) Analysis of Agricultural Research Priorities in the Caribbean; 7) Evaluación Económico-Ecológica de Temas de Investigación Agropecuaria en Mesoamérica; y 8) Caracterización de Cadenas Agroalimentarias para Evaluar Investigación en el Cono Sur. Además de difundir las metodologías y el *software* desarrollado, la serie incluye algunos resultados, tales como: el valor económico potencial de los beneficios de la investigación multinacional en el combate contra la *Phytophthora* de la papa en la Subregión Andina puede alcanzar cerca de US\$298 millones en el transcurso de 20 años; en Mesoamérica el valor económico potencial de los beneficios de proyectos para generar y adoptar nuevas variedades de arroz, que abarcan solo parte de la subregión, llega fácilmente a US\$160 millones en el transcurso de 15 años; y en las islas del Caribe angloparlante, el valor económico potencial de los beneficios de la investigación y adopción en vegetales para satisfacer la demanda doméstica y el turismo alcanza casi US\$23 millones al año. El Proyecto también tuvo resultados menos tangibles, tal como la capacitación en priorización y evaluación *ex ante* de la investigación agropecuaria de 58 profesionales de ALC, hecho que permitirá la creación de una red sobre estos temas.

Creemos que la serie, producto principal del Proyecto, cumple y responde a la necesidad actual de contar con instrumentos de análisis, metodologías, *software* y ejemplos de evaluación *ex ante* y *ex post* del impacto de la inversión en investigación multinacional en ALC, en el marco del libre comercio. En este sentido, provee una base actualizada para la toma de decisiones de inversión en investigación, por lo que se espera que sea útil para gerentes, investigadores, planificadores y estudiosos de la evaluación del impacto de la inversión en investigación agropecuaria en la Región.

Gerardo Escudero
Gerente, Consorcio Técnico del IICA

Rubén Echeverría
Banco Interamericano de Desarrollo

SIGLAS

ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIAs	Centros internacionales de investigación
FEDEARROZ	Federación Nacional de Arroceros de Colombia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FLAR	Fondo Latinoamericano y del Caribe para Arroz de Riego
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INGER-ALC	Red Internacional de Evaluación Genética del Arroz para Latinoamérica y el Caribe
INIAs	Institutos nacionales de investigación agropecuaria
IRRI	Instituto Internacional para la Investigación del Arroz
IyD	Investigación y desarrollo
TIR	Tasa interna de retorno
VMS	Variedades modernas semi-enanas

1. INTRODUCCION

En las tres últimas décadas, se han hecho avances significativos en la producción del arroz en ALC. Se han liberado 275 nuevas variedades de arroz, la mayoría de ellas (90%) destinadas a medio ambientes inundados. De las nuevas variedades, el 39% provino de cruces hechos en el CIAT, el 12% del IRRI y varias del resto tienen descendencia de progenitores de CIAs (Tabla 1). Las variedades modernas de arroz semi-enano llegan al 93% de toda la producción de arroz inundado, representando éste más del 80% de la producción total de arroz de esa región (Tabla 2). Los rendimientos promedios en áreas inundadas han subido de 3.3 t/ha en la mitad de los años sesenta a 4.6 t/ha en 1995; y la producción total de arroz se duplicó entre 1967 y 1995 hasta alcanzar aproximadamente los 20 millones de toneladas de arroz cáscara (Tabla 3), haciendo a la región en gran parte autosuficiente. Con la caída de los precios del arroz aproximadamente al 50% en términos reales para el período (Tabla 4), los consumidores se han beneficiado enormemente; el arroz está establecido como una medida de pago (*wage good*) y el cultivo se ha convertido en la fuente más importante de calorías y proteínas para ese 20% de la población con los ingresos más bajos de la región.

Ha sido fundamental para estos logros:

- Una conexión fuerte, establecida por el CIAT, entre ALC y el IRRI, que es la fuente principal de germoplasma de arroz en el mundo.
- El desarrollo de un programa de mejoramiento del arroz de importancia regional por medio de un consorcio entre el CIAT, la FEDEARROZ y el ICA de Colombia.
- La cooperación estrecha entre el programa regional de arroz del CIAT y los programas nacionales y de los arroceros de los países de mayor producción.

Mientras que la conexión con el IRRI fue un componente valioso de este modelo de mejoramiento de tres partes, las actividades hacia abajo a nivel del país, involucrando frecuentemente la cooperación entre los programas públicos de investigación y extensión y las organizaciones privadas de los productores (como en el caso de Colombia, Brasil y Venezuela), fueron claves para que los esfuerzos adaptativos locales aceleraran y extendieran la cobertura del germoplasma mejorado, las prácticas de cultivos complementarios y los avances relacionados a escala institucional y de la política. Asimismo, la inversión hecha por los sectores privados y públicos a lo largo de las pasadas tres décadas ha permitido alcanzar amplios altos beneficios.

Medir los beneficios obtenidos en el pasado e identificar las porciones aportadas por las principales partes interesadas es un ejercicio valioso, no sólo para tener una idea de la rentabilidad de las inversiones anteriores en la investigación, sino también para guiar los esfuerzos futuros. El modelo usado aquí mide los beneficios para los productores y consumidores.¹ Además, permitió un análisis con desagregaciones más amplias del sector de producción para estimar los beneficios al nivel de los ecosistemas grandes de producción: riego, tierras bajas bañadas por lluvia, secano-mecanizado y tradicional (o manual).

¹ El análisis tiene su base en "la puerta de la finca". Es decir, con más precisión, que "productores" significan todos los actores económicos abajo; p.ej., agricultores, productores de insumos, y mayoristas y transportistas de dichos insumos y "consumidores" significan todos los actores más arriba, p.ej., transportistas y procesadores de arroz hasta incluir el consumidor final.

Tabla 1. Variedades de arroz liberadas en Latinoamérica y el Caribe por origen.

Subregión y país	1976-1980						1981-1990						1991-1995						TOTAL					
	Libera	IRR	CT/P*	Otras	%CIAT	Local	Libera	IRR	CT/P*	Otras	%CIAT	Local	Libera	IRR	CT/P*	Otras	%CIAT	Local	Libera	IRR	CT/P*	Otras	%CIAT	
Caribe																								
Bahamas	5	4	1		0	1	4	2	1	1	25								1	9	6	2	1	100
Rep. Dominicana																								
Guayana Francesa	2	1	1		0																			100
Guayana	11	11			0	1	1				0													0
Suriname	18	16	2		0	6	3	1	2	0	31	2	0	1	1	1	1	1	26	19	4	3	0	12
Subtotal																								
Cuba																								
Cuba	3	1	2		0	0	5	4		1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	2	2	1	0
México																								
México	22	14	8		0	11	5	2	2	2	18	3	2	1	1	1	1	1	33	36	10	5	2	8
América Central																								
Costa Rica	3		1	2	6	2	2	2			100	4			4				9			1	8	89
El Salvador	2			2	100	5	4				100	1			1				5			5	7	100
Guatemala	1					4	4				100	1			1				8			7	1	88
Honduras	1		1		0	1	1				100	1			1				5			5	5	100
Nicaragua	2	2			0	1	1				100	5	2	3	3	4	1	1	7	2	1	4	4	5
Panamá	8	2	2	4	50	20	1	18	1	18	75	2	3	2	2	2	2	2	8	3	2	5	5	63
Subtotal																								
Brazo Tropical																								
Brazo Tropical	4	4			0	30	13	2	11	4	3	10			6				42	5	2	17	6	33
Brazo Templado																								
Brazo Templado	11	3	4	4	36	12	5	1	1	2	33	7	6	1	1	1	1	1	30	14	5	9	2	30
Países Andinos																								
Perú	8	1	6	1	75	2	6				50	4			5				6			4	1	67
Bolivia	1										100	6			5				20			1	1	85
Colombia	1	2	2		50	2	2				50	1			1				7			3	4	5
Ecuador	4	1	3		0	9	5	1	3		33	6	2	4	4	7	8	8	19			7	2	37
Venezuela	1				100	4	4				50	2			2				7			5	2	71
Subtotal																								
Suramérica Templada																								
Argentina	1	1	6	9	1	53	23	5	3	13	5	18	2	15	2	2	2	2	59	8	9	37	5	63
Argentina																								
Argentina	2	3			0	2	2				0								2					0
Chile	1			1	100	3	4				33	2			1				4			1	1	25
Paraguay	1					4	4				0								4			2	2	50
Uruguay	4	3	0	1	0	25	9	6			11	3	2	1	1	1	1	1	6			3	2	10
Subtotal																								
TOTAL	87	44	24	18	1	21	116	42	9	51	44	72	26	1	37	4	51	279	116	34	106	19	29	

Fuente: Datos del Programa de Arroz, CIAT.
* Variedades resultantes de cruces hechos en CIAT.

2. EL ARROZ EN LATINOAMERICA Y EL CARIBE

Durante todo este siglo, el arroz gradualmente se ha convertido en un alimento esencial en las dietas de los consumidores de Latinoamérica tropical. El consumo per cápita de arroz blanco subió de 10 kilos en los años veintes a aproximadamente 30 kilos en los noventas. El arroz es el cultivo de grano más importante para el consumo humano en la mayoría de los trópicos de ALC, pues suministra más calorías a la dieta de las personas que habitan en ellos que el trigo, el maíz, la yuca o la papa. En el rápido proceso de urbanización de ALC, donde el 70% de la población ahora vive en las ciudades, el arroz ha desplazado de las dietas tradicionales a alimentos perecederos esenciales como el plátano, la yuca, el ñame, etc.

Cerca de la mitad de la población de ALC vive por debajo de la línea de pobreza establecida por la FAO y el ingreso es más bajo en las partes tropicales de esta región. La compra de alimento se lleva más del 50% de los gastos totales para el pobre, y el arroz se lleva aproximadamente el 15% de sus gastos totales en alimento. Para el 20% de la población más pobre, éste suministra más proteína a la dieta que cualquier otra fuente de comida, incluyendo la carne, la leche y el frijol.

Tabla 2. Porcentaje de variedades modernas semi-enanas (VMS) en producción y en área.

Sistemas de producción	Porcentaje en producción				Porcentaje en área			
	1966	1981	1989	1995	1966	1981	1989	1995
Riego	0	79,3	88,1	98,3	0	76,4	84,7	97,6
Por lluvias	0	53,3	69,3	76,7	0	50,3	61,8	71,7
<i>Subtotal -Tierras Húmedas</i>	0	73,5	84,2	92,8	0	69,7	79,1	89,5
Secano – Mecanizado	0	6,9	13,3	24,7	0	5,8	10,3	18
Secano - Tradicional	0	30,0	30,0	30,0	0	26,0	28,2	31,2
% VMS en ALC	0	49,9	67,5	80,3	0	28,2	43,6	58,8

Fuente: Datos estimados por los autores sobre la base de Muchnik de Rubenstein 1984; Dalrymple 1986; Valente Moraes 1977; CIAT 1979, 1992 y 1995; CIAT-IRTP 1983; Posada 1981; Scobie y Posada 1977; Avila 1981; IIRI 1995.

2.1 Evolución de la Producción del Arroz en Latinoamérica

Latinoamérica produce cerca de 20 millones de toneladas de arroz cáscara, que representa aproximadamente el 3.6% de la producción mundial de arroz en un área de 6.7 millones de ha (4.5% del área del mundo para arroz). Para 1995, los ambientes dominantes para el cultivo del arroz en este continente eran las tierras húmedas –por riego o el suministro de agua de lluvia en maneras artificiales menos técnico– (54.5% del área) y secanos (45.5% del área). El arroz de tierras húmedas, con 3.7 millones de ha, está dominado por los cultivos de riego, los cuales ocupan las dos terceras partes de esa área; el resto está casi completamente cultivado en tierras de agua de lluvia. El arroz de secano (con 3.0 millones de ha) es predominantemente mecanizado (2.1 millones de ha), mientras que el cultivo de arroz manual cubre casi 1.0 millón de ha. (Tabla 3). Durante la mayor parte de este siglo, el arroz ha sido un cultivo pionero en las vastas sabanas y en los márgenes de la selva de Latinoamérica. El arroz secano-mecanizado predomina en la colonización de las sabanas, mientras que el cultivo tradicional manual del arroz ha sido un componente importante en los márgenes de la selva.

2.2 Fases en la Producción del Arroz en el Período 1966-1995

El advenimiento de las nuevas tecnologías en el arroz ha tenido un impacto grande en las participaciones relativas de los sistemas predominantes de la producción de arroz. Se pueden distinguir fases diferentes.

Adopción temprana: 1966-1981. En 1966, las variedades tradicionales altas de arroz cubrían el área entera (5.8 millones de ha). En los años setentas hubo una adopción muy rápida de variedades modernas semi-enanas (VMS) para ambientes irrigados, principalmente en los países tropicales. En 1981, la región produjo 15.7 millones de toneladas, con un aumento del 50% a partir de 1966. Cerca de la mitad de este arroz venía de VMS y más del 75% del área irrigada de arroz era de estas nuevas variedades. Con el advenimiento de las nuevas VMS al final de los sesentas, los sistemas de arroz de riego se volvieron más competitivos: el rendimiento más alto resultaba en costos más bajos por unidad y en precios de arroz más bajos. Como consecuencia, el arroz de secano, un precio relativamente más bajo pero sin avances en el rendimiento, fue desplazado también por el maíz, la soja, la yuca, el algodón y otros cultivos pioneros en las áreas de deforestación. El área de cultivo de arroz bajo producción manual tradicional decayó de aproximadamente 1.1 millones de ha en 1966 a 0.85 millones en 1981. En las sabanas, la historia era un poco diferente. Brasil, que produce el 90% del arroz de secano en ALC, hizo un compromiso firme en los años cincuentas para desarrollar las vastas sabanas ácidas (Cerrados); la decisión involucró igual el traslado de la capital de la nación de la costa (Río de Janeiro) al Cerrado (Brasilia) en los años sesentas. Hoy, las sabanas ácidas de los Cerrados producen más del 40% del total de los suministros agrícolas del país. Esta expansión agresiva de la frontera brasileña tuvo un máximo durante los años setentas, y se basaba principalmente en el apoyo del gobierno. Las explotaciones mecanizadas grandes del arroz fueron favorecidas por varios esquemas basados en el mantenimiento del precio, los seguros del cultivo, los contratos adelantados del sector público, etc. Como consecuencia de las políticas, el área de arroz en Brasil subió en 1976 a 6.7 millones de ha, acompañado por un surgimiento en el área de secano, la cual alcanzó los 6.1 millones de ha. Para este período, el área de ladera mecanizada subió de 2.8 millones de ha en 1966 a 4.8 millones de ha en 1981 (Tabla 3).

La década perdida: 1981-1989. Durante los años ochentas, el estancamiento económico fue la norma en ALC. Las políticas promocionales del arroz se desfasaron al final de los setentas, cuando la alta deuda externa y la carga fiscal, junto con las tasas rampantes de inflación, indicaban que promover la agricultura extensiva no sería viable. Los subsidios para el arroz secano-mecanizado fueron eliminados virtualmente en Brasil hacia la mitad de los ochentas.

El área total cultivada de arroz en ALC disminuyó de 8.3 millones de ha en 1981 a 7.3 millones de ha en 1989 y el rendimiento aumentó de 1.9 a 2.5 t/ha mientras se continuaba con la adopción de variedades nuevas, principalmente en Brasil, donde las VMS fueron adoptadas extensamente a principios de los ochentas. Para 1989 la producción regional de arroz cáscara alcanzó 18.4 millones de toneladas. Las VMS dieron cuenta de las dos terceras partes de la producción de arroz y del 44% del área sembrada con arroz. En arroz de riego, el 85% del área ya estaba cultivada con VMS.

Tabla 3. Participación de variedades modernas semi-enanas (VMS) en producción y área y rendimiento implícito, ALC, 1966-1995.

Sistema de producción	Producción (1,000 t)					Área (1,000 ha)					Rendimiento (t/ha)				
	1966	1981	1989	1995	1995	1966	1981	1989	1989	1995	1966	1981	1981	1989	1995
Anaeróbico	6,354	9,888	13,863	16,792	1,927	2,630	3,291	3,662	3,662	3,662	3.3	3.8	4.2	4.6	
VMS	0	7,272	11,676	15,587	0	1,832	2,602	3,278	3,278	3,278					
Riego	4,328	7,710	11,022	12,518	1,252	1,952	2,475	2,519	2,519	2,519	3.5	3.9	4.5	5.0	
VMS	0	6,110	9,708	12,310	0	1,491	2,097	2,459	2,459	2,459					
Por lluvia	2,026	2,178	2,840	4,273	674	678	816	1,144	1,144	1,144	3.0	3.2	3.5	3.7	
VMS	0	1,162	1,968	3,277	0	341	505	820	820	820					
Aeróbico (secano)	3,799	5,858	4,561	3,879	3,912	5,633	4,050	3,063	3,063	3,063	1.0	1.0	1.1	1.3	
VMS	0	587	752	1,009	0	499	580	675	675	675					
Mecanizados	2,809	5,070	3,684	2,920	2,812	4,786	3,146	2,123	2,123	2,123	1.0	1.1	1.2	1.4	
VMS	0	350	489	722	0	279	325	381	381	381					
Manual	990	788	877	959	1,100	847	904	940	940	940	0.9	0.9	1.0	1.0	
VMS	0	236	263	288	0	220	255	293	293	293					
Total ALC	10,153	15,745	18,424	20,670	5,838	8,262	7,341	6,725	6,725	6,725	1.7	1.9	2.5	3.1	
VMS	0	7,858	12,428	16,596	0	2,331	3,181	3,953	3,953	3,953					

Fuente: Ver Tabla 2.

Tabla 4. Precios internacionales de arroz blanco, Bangkok, 5% quebrado, 1966-1995.

Año	Indice de precios al por mayor EE.UU. 1995=100	Precio nominal de arroz blanco, Bangkok 5% quebrado	Precio nominal de arroz cáscara (blanco *0.5)	Precio real de arroz cáscara US\$ de 1995
1966	26,7	165,7	82,8	309,7
1967	26,7	221,0	110,5	413,1
1968	27,5	204,7	102,3	372,2
1969	28,5	185,1	92,5	324,5
1970	29,5	143,0	71,5	242,0
1971	30,6	130,3	65,2	213,2
1972	31,9	149,9	75,0	235,2
1973	36,1	296,6	148,3	411,2
1974	42,9	541,5	270,8	631,6
1975	46,9	363,2	181,6	387,4
1976	49,0	254,1	127,0	259,2
1977	52,0	272,4	136,2	261,9
1978	56,1	368,5	184,3	328,4
1979	63,1	334,3	167,2	264,9
1980	72,0	433,7	216,8	301,0
1981	78,6	482,8	241,4	307,3
1982	80,1	293,4	146,7	183,0
1983	81,2	276,8	138,4	170,5
1984	83,1	252,3	126,1	151,7
1985	82,7	217,4	108,7	131,5
1986	80,3	210,2	105,1	130,8
1987	82,4	229,8	114,9	139,4
1988	85,7	301,5	150,8	175,8
1989	90,0	320,3	160,2	177,9
1990	93,2	287,2	143,6	154,1
1991	93,4	312,6	156,3	167,4
1992	93,9	287,4	143,7	153,0
1993	95,3	267,9	134,0	140,5
1994	96,6	294,0	147,0	152,3
1995	100,0	353,0	176,5	176,5

Fuentes: Deflator del PIB: Estadísticas del FMI, varios años; precio de arroz: Estadísticas de la FAO, varios años.

Los años noventa. Este ha sido un período de crecimiento económico, mercados abiertos y tasas reducidas de inflación en ALC. En 1995, la producción de arroz en cáscara alcanzó los 20.6 millones de toneladas, o el 3.6% del rendimiento del arroz del mundo. Aproximadamente el 98% del área irrigada para arroz estaba cultivada con VMS. Se presentó un crecimiento significativo en la producción en la Suramérica templada (Sur de Brasil, Argentina y Uruguay); además, las VMS han sido adoptadas rápidamente. Los rendimientos en arroz de riego para ALC han alcanzado las 5.0 t/ha mientras que los rendimientos promedio del arroz están en 3.1 t/ha, debido a los bajos rendimientos en el secano, 1.3 t/ha. Desde los años ochentas, el área para el arroz de secano en Brasil continuó disminuyendo hasta llegar a alrededor de 3.0 millones de ha en 1995 (Tabla 3).

3. LOS BENEFICIOS ECONOMICOS EN ALC DE LAS INVERSIONES PASADAS EN IyD PARA ARROZ

Esta sección informa sobre algunos productos preliminares de un estudio que se realiza para desarrollar nuevos bancos de datos y opciones analíticas para la generación de información sobre los beneficios sociales en ALC de la inversión en (IyD) para arroz.² Este trabajo se ha desarrollado por proyectos regionales colaborativos financiados por el BID, los cuales involucran al IFPRI, el CIAT, el IICA, instituciones subregionales y los INIAs. Mientras el principal propósito de este esfuerzo es mejorar la capacidad para ejecutar la evaluación *ex ante* para apoyar el establecimiento de prioridades y la asignación del recurso para IyD, un objetivo complementario es sistematizar las evaluaciones *ex post*. Los resultados *ex post* están diseñados para servir dos propósitos: proveer medidas del impacto social de las inversiones pasadas a los administradores y patrocinadores de IyD, y suministrar información técnica para realizar evaluaciones *ex ante* de referencias. Estas enfocarán el diálogo subsecuente con los científicos, los trabajadores de extensión y los economistas sobre variables técnicas y económicas críticas y en la formulación de escenarios de política, tecnología y comercio que, a su vez, mejoran todos tipos de análisis *ex ante* para aplicaciones específicas.

Dada la escasez de datos históricos consistentes sobre la generación y adopción de las tecnologías de arroz al nivel nacional para toda la región de ALC, un enfoque agregado geográfico se está llevando a cabo en la evaluación *ex post*. Sin embargo, se ha realizado un intento para rastrear la evolución de los cuatro grandes sistemas de producción de arroz de la región y calcular separadamente los impactos de la IyD en cada uno. *Las tierras bajas irrigadas y con agua de lluvia* representan los sistemas de la producción anaeróbica, mientras que los sistemas *secano-mecanizado* y *secano-manual/tradicional* representan los aeróbicos. La producción de arroz en ALC ha sido proporcionalmente localizada entre estos sistemas, basada en un conjunto diverso de estudios existentes regionales y subregionales (Scobie y Posada 1977; Valente Moraes 1977; CIAT 1979, 1992, 1995; Posada 1981; CIAT-IRTP 1983; Muchnik de Rubinstein 1984; Dalrymple 1986). El período de análisis comprende de 1966 a 1995; el año 1966 fue seleccionado por preceder a la liberación y adopción extendida de las VMS en la región.

2 No tratamos de identificar las fuentes de las tecnologías nuevas ni los papeles relativos de las instituciones dentro y fuera de ALC en los procesos de desarrollo y difusión de estas tecnologías.

Tanto para la evaluación *ex post* como para la *ex ante* se empleó un modelo de excedentes económicos y multi-mercados descrito por Alston, Norton y Pardey (1995, p. 395-410). Por otra parte, el Programa *Dream* es capaz de analizar: los mercados múltiples (horizontales), el comercio en productos y la transferencia de tecnología entre regiones, la adopción y desadopción (o obsolescencia) de la tecnología, el crecimiento exógeno (no inducido por IyD) en la oferta y la demanda y las distorsiones de precios (impuestos/subsidios para productores y consumidores). Los análisis se hacen usando un paquete de *software* basado en el modelo (Wood y Wood-Sichra 1995, 1996). El enfoque genera un flujo temporal de los beneficios de IyD para productores y consumidores, simulando los cambios esperados a nivel de mercado, inducidos por la adopción y aplicación de tecnologías nuevas a nivel de la finca.

La representación básica del cambio técnico en tales modelos de excedentes económicos se muestra en la Figura 1. Si definimos una posición de "pre-investigación" en un punto *a* en la curva de la oferta S_0 , el precio de equilibrio y la cantidad serán P_0 y Q_0 , respectivamente, y los excedentes del consumidor y del productor asociados se representan por las áreas FaP_0 y P_0aI_0 . Siguiendo a la liberación y adopción de la nueva tecnología, se induce un desplazamiento descendente en la curva de la oferta a una cantidad máxima determinada por la efectividad de la tecnología (expresada por los economistas como una *reducción potencial del costo por unidad*) y el nivel al cual se adopta finalmente dicha tecnología. El desplazamiento de la curva de la oferta ocurre durante un período de años como lo determine la tasa de adopción. En cualquier año, dada la posición nueva del equilibrio del mercado (P_1, Q_1), se representaría por el punto *b* en la curva de la oferta desplazada S_1 . En este año los excedentes nuevos para los consumidores y los productores se representan por las áreas FbP_1 y P_1bI_1 , respectivamente. Los efectos de IyD en el año dado, sin embargo, se miden por los cambios en el excedente económico entre *a* y *b* - las áreas P_0abP_1 (i.e., $FbP_1 - FaP_0$) y P_1bcd (geométricamente equivalente a $P_1bI_1 - P_0aI_0$). Se puede mostrar que la de estas dos áreas -el excedente económico total- es equivalente al área sombreada desplazada por el movimiento de la curva de la oferta (I_0abI_1).

Alston, Norton y Pardey (1995) describen este proceso y sus ramificaciones en más detalle y presentan las ecuaciones genéricas para estimar cambios en los excedentes, i.e., los impactos económicos de la IyD. Para cualquier región *j* y tiempo *t* los beneficios del productor y del consumidor (los cambios en excedentes económicos) se calculan como:

$$\begin{aligned}\Delta PS_{j,t} &= (k_{j,t} + PPR_{j,t}^R - PP_{j,t}) [Q_{j,t} + 0.5(Q_{j,t}^R - Q_{j,t})] \\ \Delta CS_{j,t} &= (PC_{j,t} - PCR_{j,t}^R) [C_{j,t} + 0.5(C_{j,t}^R - C_{j,t})] \\ \Delta TS &= \Delta PS + \Delta CS\end{aligned}$$

donde $PP_{j,t}$, $PC_{j,t}$, $Q_{j,t}$, $C_{j,t}$ son el precio del productor, el precio del consumidor, la cantidad producida, y la cantidad consumida en la región *j* en el año *t* presumiendo ninguna IyD; $PPR_{j,t}^R$, $PCR_{j,t}^R$, $Q_{j,t}^R$, $C_{j,t}^R$ son los valores equivalentes permitidos por los efectos de la investigación; y $k_{j,t}$ es la reducción del costo por unidad realizado en la región *j*, el año *t*. Alston, Norton y Pardey (1995) presentan ecuaciones para el cálculo de estos precios, cantidades y las reducciones de precio por unidad usando los parámetros identificados en la Tabla 5 y también presentan la ecuación para el cálculo de las transferencias a través del gobierno, si operan impuestos o subsidios al productor o al consumidor en cualquiera de las regiones (aunque esta característica no se implementó en este estudio).

La aplicación de este marco al caso *ex post* descrito aquí se muestra en la Figura 2. Además del desplazamiento en la oferta inducido por IyD (S_1 a S_1^R), hay también desplazamientos exógenos en la oferta (S_0 a S_1) y la demanda (D_0 a D_1). Al inicio del período de análisis *ex post* la posición de equilibrio, (P_0, Q_0) , se halla en a . Durante el período de análisis los tres desplazamientos ocurren simultáneamente, dando por resultado un nuevo punto de equilibrio observado, b (P_1^R, Q_1^R). Sin IyD (el caso contra-actual) la posición de equilibrio final habría sido c (P_1, Q_1). Así, el área sombreada ($I_1cbI_1^R$), representa el excedente económico atribuible a la IyD. Se debe notar que, aunque el desplazamiento de la demanda se presume que es independiente de la investigación, ésta genera una contribución significativa adicional al excedente económico total - representada por el área $cbde$. Un gran supuesto de este marco analítico es que el desplazamiento total desde el punto a al punto b no es tan grande como para violar las suposiciones del desplazamiento marginal que subyacen la formulación del modelo.

3.1. Regiones del Mercado y su Interacción

Las regiones se pueden caracterizar por propiedades que describan su capacidad para generar nuevas tecnologías y para producir y consumir (Tabla 5). Una región puede tener cualquier propiedad individual o cualquier combinación de propiedades. Donde las regiones se definen como países generalmente se tienen tres propiedades. Sin embargo, donde sub-grupos importantes de productores o consumidores necesitan estar representados en el marco de un modelo, p. ej., pro-

Tabla 5. Características de la regiones de mercado en el modelo DREAM.

Característica importante	Parámetros en el modelo DREAM
Capacidad para generar tecnología	Inversiones de investigación en IyD Tiempo requerido para IyD Tipo y rango esperado de reducciones de costo por unidad
Capacidad para producir	Tiempo requerido para alcanzar nivel máximo de adopción Nivel máximo de adopción Tiempo para la desadopción Cantidad inicial de producción Precio inicial para el productor (en la finca) Elasticidad en el precio de oferta Tasa de crecimiento exógeno (no inducido por IyD) en la oferta Impuestos/subsidios para el productor
Capacidad para consumir	Consumo inicial Elasticidad en el precio de la demanda Tasa de crecimiento exógeno (no inducido por IyD) en la demanda Impuestos/subsidios para el consumidor

Fuente: Elaborada por los autores.

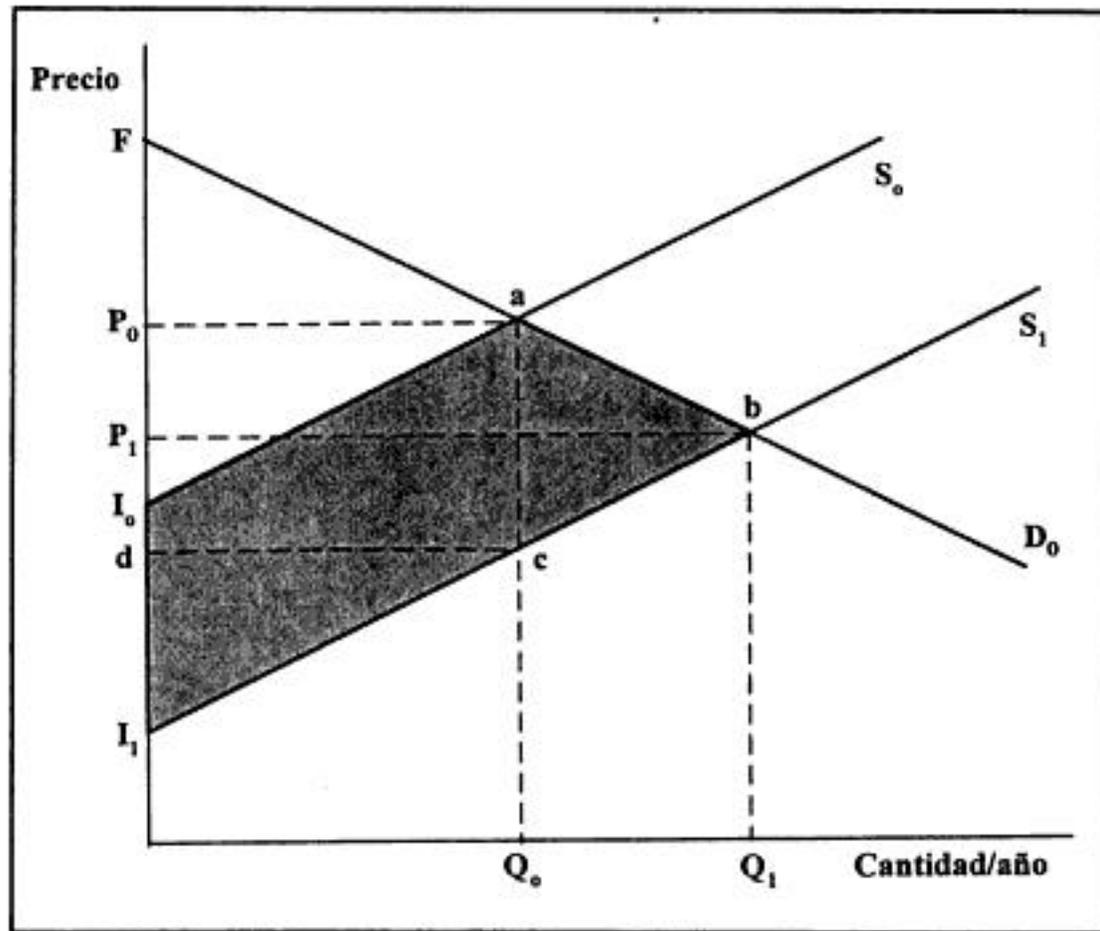


Figura 1. Representación básica de los beneficios brutos anuales en un marco de excedentes económicos.

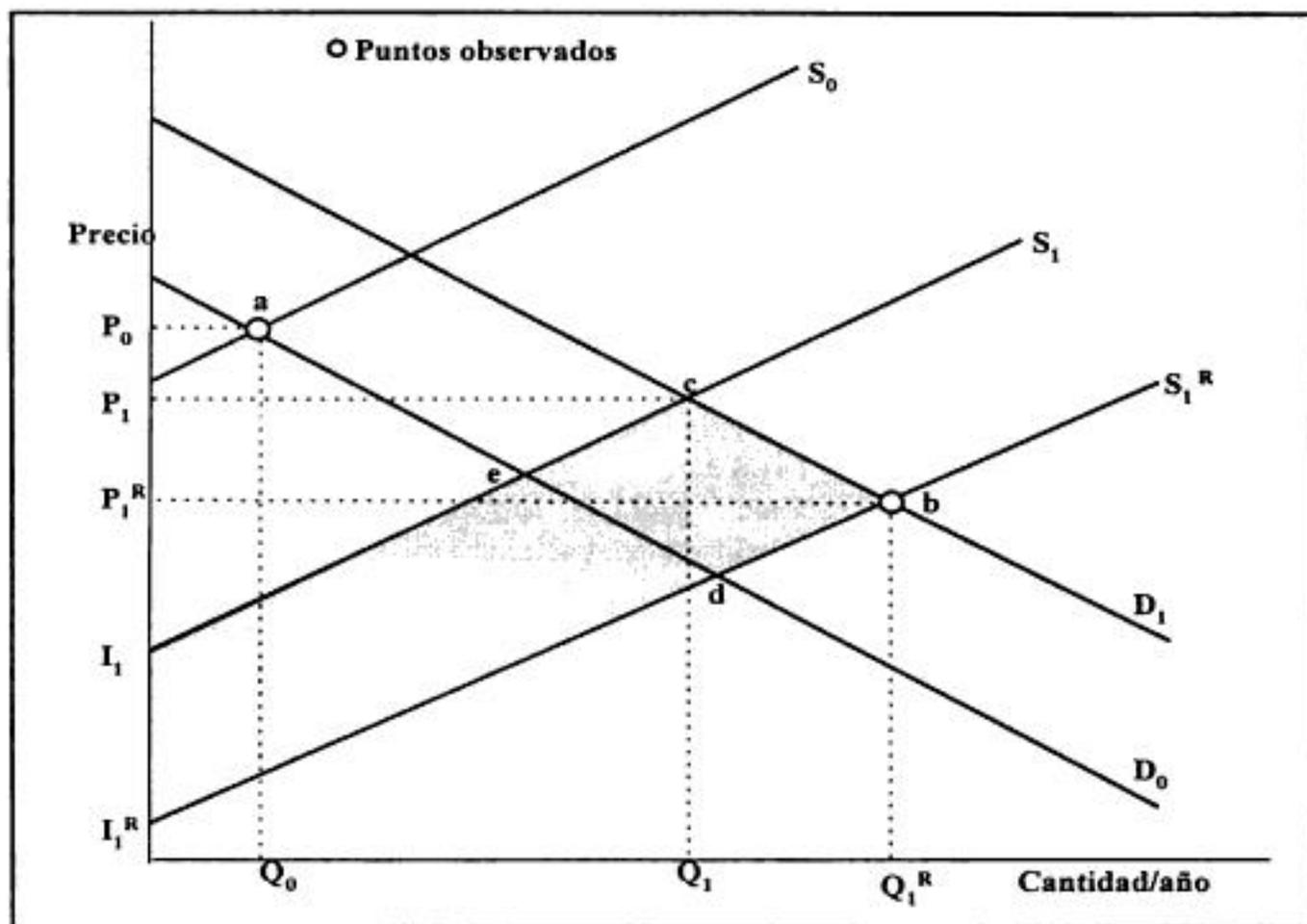


Figura 2. Representación ex post de los beneficios brutos anuales de IyD en un marco de excedentes económicos.

ductores pequeños tradicionales y grandes productores mecanizados, o consumidores urbanos o rurales, se pueden constituir nuevas "regiones" apropiadas a las propias características de cada grupo.

El análisis procede de una simulación a través del tiempo de la generación, liberación, adopción y aplicación de nuevas tecnologías y los cambios consecuentes en el mercado por los precios y por las cantidades producidas y consumidas. Mientras se adoptan nuevas tecnologías los efectos del desplazamiento de la IyD se transmiten entre las regiones a través de los precios de comercio. El modelo asume que, en cada período de tiempo, los niveles de los precios se ajustan para asegurar que la producción total de todas las regiones cuadra con el total del consumo en todas las regiones (e.g., se impone un balance total en el mercado agregado). Además de estos impactos de IyD basados en los efectos del precio, el modelo puede simular los impactos de IyD que pueden surgir como consecuencia de la transferencia de las tecnologías entre regiones. El análisis estima los valores reales de los beneficios económicos de la IyD para cada región B, separados para los productores y los consumidores (y el gobierno si se especifican impuestos o subsidios). Si se dispone de datos de costos de IyD, se pueden estimar beneficios netos (B-C) y la tasa interna de retorno (TIR).

3.2. Especificación del Modelo y Estimación del Parámetro para Análisis *Ex Post*

El modelo *ex post* del arroz se formuló a una escala geográfica de ALC usando *seis regiones de análisis*:

- Sistema de producción de arroz de riego - anaeróbico
- Sistema de producción de arroz de aguas lluvia - anaeróbico
- Sistema de producción de arroz en seco-mecanizado - aeróbico
- Sistema de producción de arroz en seco-manual/ tradicional - aeróbico
- Consumo de arroz
- Comercio neto

La última región fue necesaria para proveer el equilibrio requerido en el modelo entre la producción y el consumo de arroz en ALC. Es efectivamente otra región de producción (externa a ALC), ya que ALC ha sido y continúa siendo, en aumento, un importador neto de arroz. Se asumió que el consumo de arroz era equivalente al suministro total de arroz como se define en las Cuentas de la Utilización del Suministro formuladas por la FAO; i.e., está más apropiadamente definido como un *consumo aparente*.

La estrategia adoptada para correr el modelo consistió en simular la evolución del precio agregado regionalmente y la cantidad de producción durante el período de 31 años (1966-1995), y al mismo tiempo ajustando las tendencias de producción para los sistemas desagregados para cuadrar con los puntos de datos históricos limitados disponibles al nivel desagregado. Para reflejar varias fases distintas de la evolución de la producción del arroz en ALC, como también para coincidir con la disponibilidad de los juegos de datos claves a nivel del sistema de producción, el período se dividió en tres sub-períodos. El sub-período 1966-1981 cubrió la fase inicial de fuerte

crecimiento en la adopción de variedades semi-enanas como también una expansión mayor en el área mecanizada de secano, predominantemente en Brasil. El cálculo global regional de la situación con respecto a la tecnología en la producción de arroz al final de este período fue resumido por Muchnik de Rubenstein (1984). El segundo sub-período, 1982-1989, dio testimonio de un cambio total que invirtió el crecimiento del área de ladera mecanizada. Un compendio regional para 1989 de los mayores sistemas de la producción de arroz define el fin de ese sub-período (CIAT; 1992). El sub-período final, 1989-1995, coincide con el notable crecimiento en la producción a partir de áreas irrigadas templadas, pero por otra gran parte gran inestabilidad en la producción y en los precios. La Tabla 6 muestra los parámetros de los insumos para el análisis *ex post* por sistema de producción o por región para cada sub-período.

Para evaluar las consecuencias económicas de la IyD, es necesario descomponer las tendencias observadas de la producción para cada uno de los cuatro sistemas de producción de arroz y para cada sub-período. Esto se hace en dos fases; primero en la estimación de la contribución relativa de cambios en área y en rendimiento en el cambio de la producción en cada sub-período (Tabla 3) y segundo, en las participaciones de aquellos cambios en área y rendimiento atribuidas a la IyD y otras fuentes (exógenas), respectivamente. Se estimaron las participaciones a partir de las fuentes usadas para derivar la Tabla 6, otros estudios econométricos de impacto en la tecnología del arroz (e.g., Evenson y Flores 1976) y, frecuentemente, las opiniones de los especialistas. Este proceso heurístico resulta en estimaciones de los efectos inducidos por la IyD, i.e., k_j , en la reducción del costo por unidad (como un % del precio inicial) y la tasa de crecimiento exógeno en la oferta (como una tasa de % anual – no inducido por IyD).

Para cada sub-período se asumió que la tecnología estaba disponible inmediatamente (i.e., el tiempo para IyD era cero) y que la adopción era continua (i.e., los retrasos de la adopción eran fijos, igual a la longitud de cada sub-período). La transferencia de la tecnología (desbordamiento o *spillover*) no se modeló explícitamente en el análisis *ex post*, pero sus efectos están implícitos en los datos históricos (e.g., la adopción de los materiales del arroz de riego para la producción en secano). Por ejemplo, el censo nacional arrocero de Colombia de 1988 reportó que el 24.6% de los productores de secano estaban usando CICA-8, una variedad de arroz de riego desarrollada por CIAT/ICA (FEDEARROZ 1990). Para reconocer este tipo de transferencia, se asumió que un promedio de un 5% de los incrementos en rendimiento en todas las áreas con variedades tradicionales sería atribuible a IyD. En las áreas de VMS se estimaron contribuciones a los cambios en rendimientos por impactos de IyD entre 30% en sistemas de riego hasta 50% en sistemas de agua de lluvia. No se atribuye ningún cambio en el área a la tecnología (i.e., a la IyD). Por lo tanto, pensamos que las estimaciones de impacto son conservadoras.

4. RESULTADOS

El modelo era capaz de rastrear muy estrechamente la evolución de la producción y precios (Figura 3). Los resultados muestran que los principales beneficiarios de las innovaciones tecnológicas han sido los consumidores, con un flujo anual de beneficios (descontados al 3% por año) de US\$518 millones (Tabla 7). Los productores han recibido grandes beneficios como grupo con US\$340 millones por año. Sin embargo, ha sido el sistema de riego el que ha recibido masivamente los beneficios de la investigación (US\$437 millones por año), mientras que los otros ecosistemas han sido afectados adversamente por las rápidas ganancias en el sector riego. Los beneficios

totales de estos ecosistemas han disminuido US\$9 millones por año en las tierras surtidas por lluvias, US\$70 millones por año en el sistema seco-mecanizado y US\$5 millones por año en el sistema seco-manual. Es posible que las mejoras en la productividad de la tierra asociadas con el arroz de riego hayan jugado un papel de válvula de descargue por los ecosistemas más frágiles de los márgenes del bosque y las sabanas. Con las ganancias de la productividad en el arroz de riego los precios han disminuido, haciendo que el arroz de seco sea menos competitivo y reduciendo así el incentivo económico para disponer de nuevas tierras para el arroz en esos ecosistemas de seco.

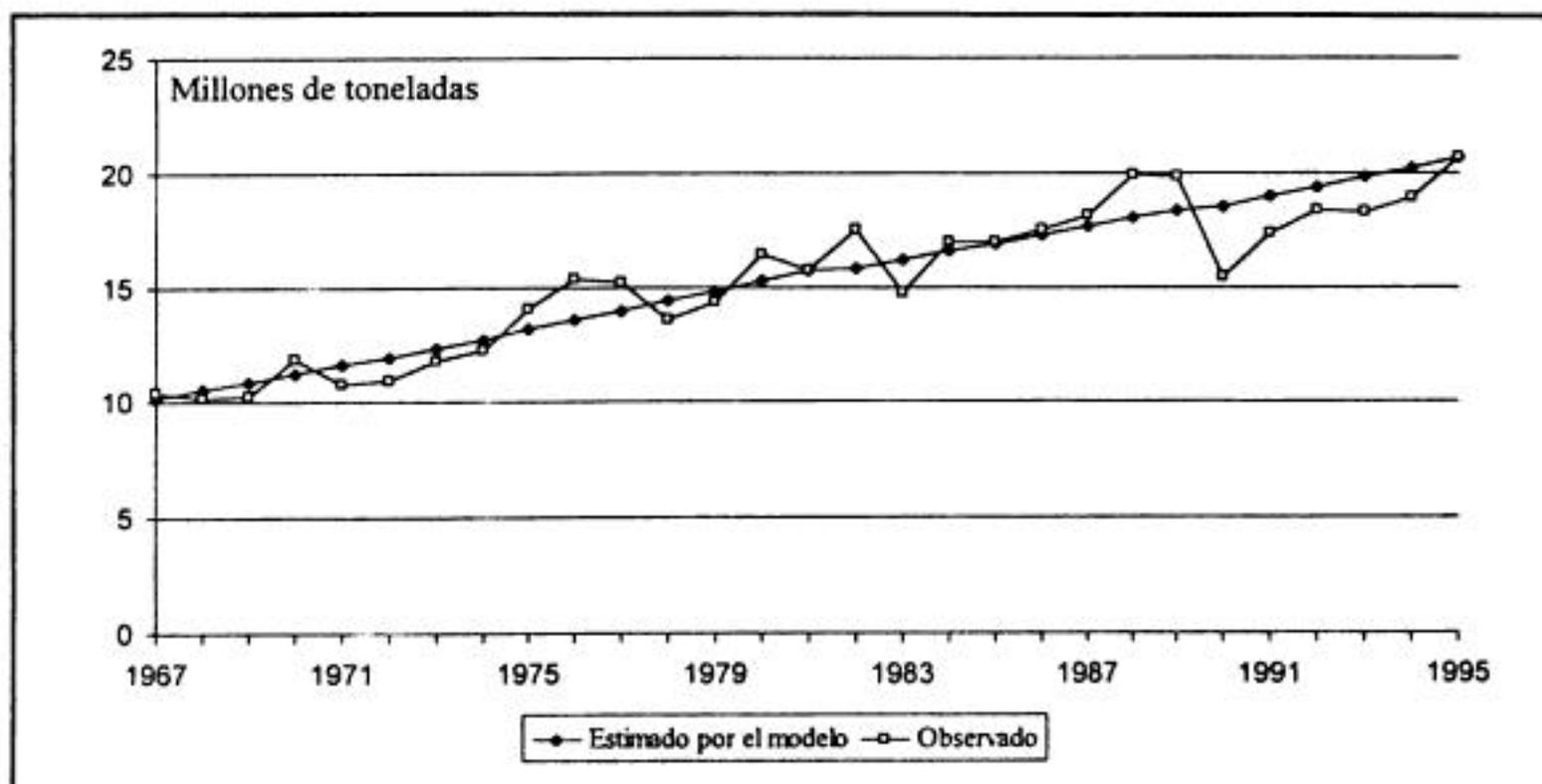


Figura 3. Producción total de arroz en cáscara para ALC.

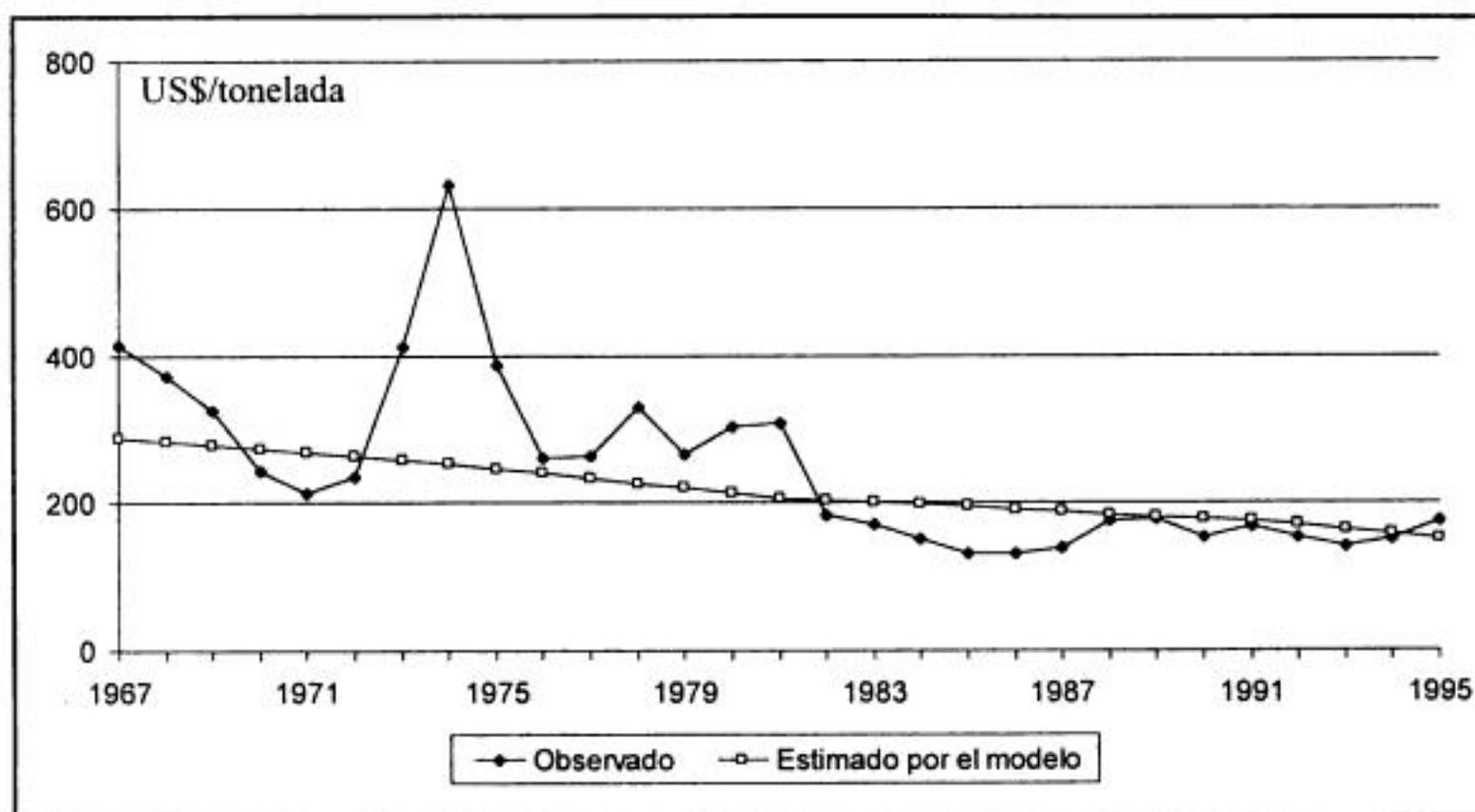


Figura 4. Precios para arroz blanco (Bangkok, 5% quebrado).

Tabla 6. Parámetros de los insumos para análisis ex-post.

Período	Regiones definidas para el modelo DREAM	IyD		Adopción		Producción			Consumo				
		Tiempo (años)	Probabilidad de éxito (%)	Desplazamiento (Kmax) (\$/t)	Tiempo (años)	Nivel (%)	Cantidad inicial (1000tr)	Precio inicial (\$/t)	Elasticidad de la oferta	Crecimiento exógeno (%/año)	Cantidad inicial (1000tr)	Elasticidad de la demanda	Crecimiento exógeno (%/año)
1966-81	Riego	0	100	59.86	15	78.5	4218	288	0.7	4.7			
	Por lluvias	0	100	22.72	15	41.6	1925	288	1	4.0			
	Secano - mecanizado	0	100	12.87	15	8.0	3252	288	1.2	4.8			
	Secano - manual	0	100	8.65	15	8.0	760	288	1.2	2.7	10214	-0.3	3.2
	Consumo ALC						61	288	0	1.3			
1981-89	Riego	0	100	29.76	8	87	7676	208	0.7	5.3			
	Por lluvias	0	100	4.53	8	54	2847	208	1	1			
	Secano - mecanizado	0	100	1.27	8	11	5138	208	1.2	-1.7			
	Secano - manual	0	100	0	8	11	854	208	1.2	3.0	16854	-0.25	1.3
	Consumo ALC						339	208	0	8.3			
1989-95	Riego	0	100	23.39	6	95	1123	180	0.7	1.4			
	Por lluvias	0	100	4.72	6	84	2739	180	1	9.2			
	Secano - mecanizado	0	100	4.43	6	19	3770	180	1.2	-4.7			
	Secano - manual	0	100	8.07	6	19	904	180	1.2	2.0	19031	-0.2	2.4
	Consumo ALC						595	180	0	8.6			
	Comercio neto ALC												

Fuente: Elaborada por los autores.

NOTAS:

1. En el contexto ex post consideramos que se adoptaron un flujo de tecnologías no diferenciadas. Como el punto de inicio es la adopción, el tiempo de la IyD se dispuso en cero, y como la tecnología estaba disponible, la probabilidad de éxito se dispuso en 100%.
2. El costo máximo por unidad (Kmax) es el producto de la reducción del costo potencial por unidad (kpot), la probabilidad de éxito en la investigación, el nivel máximo de adopción y el precio al productor.
3. El tiempo de la adopción se dispone igual al período de simulación, i.e., la adopción es continua en el contexto ex post (hasta el nivel de adopción máximo) especificado para ese período.
4. Las tasas del crecimiento exógeno de la demanda fueron calculadas por los autores sobre la base del crecimiento de la población, salarios reales y las elasticidades de insumo.
5. Los estimativos iniciales de las tasas de crecimiento exógeno de la oferta fueron calculados como se describe en el texto, pero fueron subsecuentemente ajustados para cuadrar con las cantidades y los precios de equilibrio calculados con los puntos de los datos empíricos disponibles.

Tabla 7. Beneficios brutos en ALC de la IyD global del arroz en el período de impacto 1966-1996 (todos los valores en US\$1000 de 1995).

Año	Beneficios brutos anuales de la investigación						Valor en 1995 si los beneficios se invirtieran al 3%		
	Beneficios a los productores			Consumidores	Total	Productores	Consumidores	Total	
	Riego	Tierra baja con lluvia	Secano mecanizado						
1967	10723	113	-1941	-667	8229	14887	18826	34059	52886
1968	22368	233	-4016	-1351	17234	30844	38282	68513	106794
1969	31983	360	-6211	-2052	27061	47928	58359	103360	161719
1970	48624	494	-8594	-2769	37755	66197	79051	138602	217653
1971	63346	635	-11111	-3503	49367	86715	100353	174240	274593
1972	79298	784	-13792	-4252	61948	106545	122260	210276	332535
1973	96271	941	-16643	-5015	75553	128757	144768	246712	391480
1974	114600	1106	-19674	-5793	90240	152422	167873	283550	451423
1975	134263	1280	-22891	-6584	106069	177616	191672	320794	512566
1976	153331	1462	-26303	-7357	123103	204418	215861	358447	574309
1977	177877	1653	-29929	-8200	141409	232911	240740	396515	637254
1978	201978	1853	-33759	-9024	161058	263182	266294	435090	701204
1979	227716	2062	-37802	-9855	182122	295325	292252	473910	766162
1980	255172	2281	-42084	-10692	204678	329436	318882	513250	832132
1981	284456	2510	-46606	-11532	228808	365617	346092	553028	899120
1982	304241	848	-51684	-12512	240894	385028	353760	555426	919187
1983	326965	813	-56439	-13522	252292	405062	363985	577522	941507
1984	350011	-2469	-60858	-14559	272125	425747	376684	589334	966018
1985	376186	-4114	-64929	-15631	291513	447112	391769	600881	992650
1986	404704	-5741	-68637	-16707	313620	469186	409203	612182	1021384
1987	435685	-7344	-71968	-17812	338561	492002	428879	623253	1052132
1988	469252	-8915	-74906	-18933	366497	515591	450745	634112	1084857
1989	505536	-10449	-77436	-20066	397585	539990	474738	644776	1119514
1990	528613	-13476	-81783	-20563	412792	576122	478539	667883	1146421
1991	552792	-17090	-85765	-21087	428850	613952	482675	691008	1173683
1992	578022	-21360	-89384	-21638	445641	653571	486964	714175	1201138
1993	604242	-26363	-92636	-22212	463031	695076	491230	737406	1228636
1994	631387	-32185	-95318	-22808	480876	738569	495302	760726	1256028
1995	659382	-38921	-98023	-23423	499015	784158	499015	784158	1283172
Flujo anual al 3%	436651	-8551	-70396	-5454	339551	518312			857863

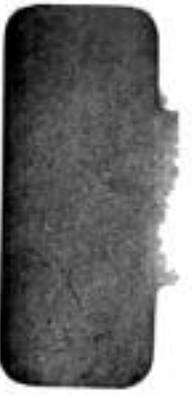
Fuente: Elaborada por los autores.

BIBLIOGRAFIA

- Alston, J.M.; Norton, G.W.; Pardey, P.G. 1995. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell, EE.UU., Cornell University Press.
- Avila Dias, A. F. 1961. Evaluation de la recherche agronomique au Bresil. Ph.D. Thesis. Montpellier, Francia, Montpellier University.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Upland rice research for Latin America. Cali, Col.
- _____. 1992. Trends in CIAT commodities. Cali, Col.
- _____. 1995. Use of modern semi-dwarf varieties in Latin America. Cali, Col., Rice Program.
- CIAT-IRTP. 1983. Report of the Fifth Conference of the IFRTTP for Latin America. Cali, Col.
- Dalrymple, D.G. 1986. Development and spread of high-yielding rice varieties in developing countries. Washington, D.C., EE.UU, USAID.
- Evenson, R.E.; Flores, P.M. 1976. Social returns to rice research. **In** Economic consequences of the new rice technology. Manila. Filipinas, IRRI.
- FEDEARROZ (Federación Nacional de Arroceros de Colombia). 1990. Primer Censo Nacional Arroceros. Bogotá., Col.
- IRRI (Instituto Internacional para la Investigación del Arroz). 1993. IRRI Rice Almanac 1993-95. Manila, Filipinas.
- Muchnik de Rubenstein, E. 1984. The diffusion and economic impact of high-yielding semi-dwarf rice varieties in Latin America. Working Paper. Cali, Col., CIAT.
- Posada, R. 1981. Rentabilidad de la investigación en el cultivo de arroz a nivel internacional en Latinoamérica. Cali, Col., CIAT.
- Scobie, G.M.; Posada T., R. 1977. The impact of high-yielding rice varieties in Latin America: with special emphasis on Colombia. Cali, Col., CIAT.
- Valente Moraes, J.F. 1977. El arroz en el Brasil. Cali, Col., CIAT.
- Wood, S.; Wood-Sichra, U. 1995. Dream Version 1: User manual. La Haya, Holanda, ISNAR.
- _____; Wood-Sichra, U. 1996. Dream segunda revisión. User manual. La Haya, Holanda, ISNAR.

Esta edición se terminó de imprimir
en la Imprenta del IICA
en Coronado, San José, Costa Rica,
en el mes de julio de 1998,
con un tiraje de 300 ejemplares.

DATE DUE



La serie *Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe* consta de los documentos siguientes:

1. Prioridades de investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe: Cinco años de experiencia conjunta IICA-BID
2. *DREAM*: Manual para el usuario
3. Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las tres últimas décadas
4. Una revisión del *software* de evaluación de la investigación agropecuaria
5. Evaluación económica-ecológica de temas de investigación agropecuaria en los Países Andinos
6. Analysis of Agricultural Research Priorities in the Caribbean
7. Evaluación económico-ecológica de temas de investigación agropecuaria en Mesoamérica
8. Caracterización de cadenas agroalimentarias para evaluar investigación en el Cono Sur