

# Una revisión del *software* de evaluación de la investigación agropecuaria

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.



# Una revisión del *software* de evaluación de la investigación agropecuaria

Stanley Wood, IFPRI

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

IICA  
SPJA'ALC  
No. A1/SC-98-02

© 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.

1075.837  
081213

Wood, Stanley

Una revisión del software de evaluación de la investigación agropecuaria / Stanley Wood. - San José, C.R. : IICA : BID : IFPRI, 1998.

30 p. ; 28 cm. - (Serie Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe / IICA, ISSN 1029-4821 ; no. A1/SC-98-02)

ISBN 92-9039-357 2

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. Evaluación de la investigación - Programas de ordenador.
  2. Investigación agrícola.
  3. Prioridades de investigación.
- I. IICA. II. BID. III. IFPRI. IV. Título. V. Serie.

AGRIS  
A50

BV10941

DEWEY  
630.7

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

ISSN 1029-4821  
A1/SC-98-02

Abril, 1998  
San José, Costa Rica



INDICE

PRESENTACION .....5

1. INTRODUCCION .....7

2. JERARQUIA DE LA EVALUACION .....8

3. COMPARACION DE LA EVALUACION ESTRATEGICA  
Y LA DE PROYECTOS .....8

4. ESQUEMA DE LA CARACTERIZACION .....12

5. CARACTERISTICAS Y COMPARACION DE LOS PAQUETES .....12

    5.1. Comparación de la Representación de los Efectos Potenciales en IyD .....15

    5.2. Comparación de la Representación de la Adopción .....20

    5.3. Comparación de la Representación de los Efectos de la IyD en los Mercados .....23

6. EVALUACION DE LA IyD Y EL PAPEL DEL SOFTWARE .....24

7. COMENTARIOS FINALES .....27

BIBLIOGRAFIA .....29

## 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.

## 1. INTRODUCCION<sup>1</sup>

Evaluar el impacto económico de la investigación es difícil -mucho más cuando esa investigación aún se tiene que hacer. Con el ánimo de lograr mayor transparencia y responsabilidad en el uso de los fondos públicos, se ha desarrollado una demanda creciente para evaluar el impacto de la investigación, bien estructurada y, por extensión, cuantitativa. No son sólo fuerzas externas las que generan esta demanda. Con metas de investigación y desarrollo (IyD) cada vez más complejas, y a menudo con la disminución de los recursos reales, los administradores de la investigación tienen necesidad de lograr mayor eficacia en el establecimiento de prioridades y asignación de los recursos. Una herramienta establecida para evaluar la rentabilidad social en la inversión pública es el análisis del costo-beneficio (ACB). En este informe se revisa una variedad de paquetes de *software* que aplican varias técnicas de costo-beneficio en la evaluación de la investigación agrícola. Además, se presenta un esquema de caracterización que ayuda a evaluar la utilidad potencial de los paquetes individuales para propósitos específicos y también se destaca la base conceptual de cada paquete con respecto a la teoría establecida sobre la evaluación de la investigación. Si se toma en cuenta tal información, resulta factible identificar las presunciones explícitas e implícitas y las limitaciones de cada paquete. Nuestros objetivos últimos son mantener la comunicación entre quienes toman las decisiones, los practicantes de evaluación y los académicos, y promover avances en la teoría de la evaluación de la investigación y en el desarrollo subsecuente de mejores herramientas para analistas profesionales.

Mientras todos, excepto los métodos más simples de evaluación de la IyD, se basan en el uso de algún *software*, los paquetes revisados aquí poseen las siguientes características comunes:

- Están explícitamente diseñados para la IyD agrícola.
- Utilizan métodos con enfoque ACB.
- Se usan actualmente con el propósito de analizar la investigación en varios contextos nacionales e internacionales.

El enfoque ACB excluye explícitamente la calificación basada en puntajes. Los métodos de calificación, idealmente adaptados a la implementación en hojas de cálculo, han sido revisados críticamente por Alston, Norton y Pardey (1995). Notablemente, varios paquetes comerciales diseñados como ayuda para quienes toman las decisiones de negocios se basan en este enfoque. Estos paquetes usan una variedad de calificaciones y de procedimientos de ponderación para generar informes orientados a las decisiones, así como para ejecutar diferentes análisis de sensibilidad (e.g., paquetes comercializados en los Estados Unidos bajo los nombres de *Decide Right*, *Expert Choice*, y *Which and Why?*).

Todos los paquetes disponibles para revisión fueron desarrollados principalmente para realizar análisis *ex ante*, una señal de la preocupación actual de los institutos de IyD por el uso de enfoques para la evaluación formal de la investigación, para ayudar a establecer prioridades y asignar los recursos de la investigación. No obstante, también se informará de las aplicaciones *ex post* de algunos paquetes.

---

<sup>1</sup> Agradecimientos especiales a Andrew Bathgate, John Brennan, Bob Farquharson, Veronica Jacobsen, Héctor Medina, Libardo Rivas, Neil Thomson y Trevor Wilson por el *software*, la información o las impresiones, que de varias maneras alimentaron este informe, y a Phil Pardey por sus valiosos comentarios.

## 2. JERARQUIA DE LA EVALUACION

Existen varias maneras de clasificar el tipo de decisiones de inversión en investigación a las cuales se enfrentan los administradores de la IyD; para cada categoría de la decisión existe una variedad de posibilidades analíticas. Ha habido varias revisiones comprensivas de tal nivel de decisión y de opciones analíticas, incluidas las de Norton y Davis (1981), Norton y Pardey (1987), Evenson (1992), y Alston, Norton y Pardey (1995). Aquí enfocamos dos niveles importantes en la jerarquía de la inversión en IyD: planificación estratégica y evaluación de proyectos, para los cuales han surgido dos grupos correspondientemente distintos de *software* de evaluación. El primero se relaciona con las decisiones estratégicas a escala institucional o de programa (*¿Mayor investigación en los problemas de recursos naturales en la región A y menos en el mejoramiento de germoplasma para la región B? ¿Enfoque en las zonas más favorables o más marginales? ¿Maximizar los beneficios, independientemente de su distribución, o concentrarlos en grupos específicos, por ejemplo, los productores, los productores pobres, o todos los pobres? ¿Favorecimiento a rubros de exportación o a alimentos básicos no comerciales?*). La evaluación crítica de tales decisiones con respecto a los objetivos establecidos de la IyD agrícola es fundamental para la ejecución de una agenda de investigación apropiadamente enfocada y socialmente efectiva. Además, la evaluación debe:

- Dirigirse a satisfacer las demandas (a veces contradictorias) de los clientes contemplados; e.g., grupos de productores, como también a aquellos otros *stakeholders* importantes, tales como institutos de financiamiento de la IyD.
- Identificar y evaluar las oportunidades científicas que surjan.
- Reconocer las limitantes restrictivas en los recursos disponibles para la IyD.

La toma de decisiones en este ambiente tan complejo puede beneficiarse mediante el acceso a la información apropiada y mediante una base para evaluar la elección entre alternativas para asignar recursos. Tres de los ocho paquetes revisados parecen estar mejor adecuados para generar este tipo de información y los llamaremos de ahora en adelante *paquetes de evaluación estratégica*.

Otra dimensión del proceso de la planeación de la IyD es la evaluación de los beneficios potenciales de cada intervención discreta, específicamente orientada y limitada en espacio y tiempo. Los cinco paquetes restantes revisados han sido explícitamente diseñados para este propósito y haremos referencia a ellos en adelante como *paquetes de evaluación de proyectos*.

## 3. COMPARACION DE LA EVALUACION ESTRATEGICA Y LA DE PROYECTOS

Mientras que es fácil describir la jerarquía institucional y de la asignación de recursos alrededor de los cuales usualmente se organiza y procesa la IyD, no siempre se pueden relacionar fácilmente el ámbito y la escala de impactos probables de la IyD. Esto produce una desigualdad potencial entre los conceptos *organizacionales* de los programas a largo plazo (estratégicos), los cuales comprenden proyectos múltiples, a corto plazo, y los conceptos *de la evaluación* de las actividades de IyD que probablemente tengan un significativo impacto económico (estratégico) *versus* aquellas actividades que tienen impactos comparativamente limitados (una idea implícita en varios de los

paquetes de evaluación de proyectos revisados aquí). Se pueden realizar impactos económicos substanciales para proyectos relativamente pequeños, a corto plazo, ya que el impacto económico resultaría despreciable de algunos programas grandes, a largo plazo. El analista debe decidir si una actividad específica de IyD del mundo real, sea programa, proyecto o subproyecto, requiere un análisis de enfoque estratégico o de proyecto, en el sentido en que los hemos definido aquí.<sup>2</sup> La Tabla 1 resume tres aspectos importantes de la IyD desde una perspectiva de evaluación e identifica las consecuencias analíticas de estos aspectos, según nuestras definiciones de evaluación estratégica y de proyecto.

Como el análisis estratégico a menudo intenta evaluar la distribución espacial y socioeconómica probable de los beneficios de la IyD, conlleva una fuerte implicación: se necesita hacerlo a un nivel relativamente desagregado. Por ejemplo, en respuesta a las preguntas estratégicas propuestas en la sección previa, los analistas necesitarían identificar el flujo potencial de beneficios a regiones geográficas diferentes, a productores *versus* consumidores, a zonas húmedas *versus* secas, a soja *versus* yuca, y así sucesivamente. Sin embargo, las unidades de análisis básicas de IyD en la evaluación estratégica son a menudo programas enteros, tal como existirían para rubros y grandes áreas de la investigación, e.g., manejo integrado de plagas.

Dentro del alcance de estas unidades de inversión de la IyD se generaría una multiplicidad de tecnologías, cada una dirigida a un rango de agroecologías y sistemas de producción. Idealmente, el análisis debe estar suficientemente desagregado para así distinguir entre los impactos significativamente diferentes que surgirían cuando se adopten y apliquen estas tecnologías. Desagregar los elementos de IyD en áreas de investigación más homogéneas, zonas agroecológicas y sistemas de la producción permite a los científicos, los agentes de extensión y otros proveer estimaciones más precisas de los parámetros técnicos claves, no sólo sobre la investigación en los grupos socioeconómicos o áreas geográficas específicas, sino también del programa total de IyD, asumiendo que estos impactos subyacentes son apropiadamente agregados. Si el análisis estratégico estuviera basado en valores al nivel de programas "pre-agregados" de parámetros heterogéneos técnicos y del mercado, probablemente se generarían resultados poco fiables de los impactos de la IyD. Otros asuntos conceptuales con respecto a la desagregación en modelos de excedentes económicos se discuten en la literatura de la evaluación de la investigación (por ejemplo, Lindner y Jarrett 1978, Rose 1980, Davis 1994, y Alston, Norton y Pardey 1995).

En los proyectos, en cambio, dado su enfoque generalmente más preciso del problema y a un espacio temporal más corto, es muy probable generar una tecnología específica, como una variedad nueva o un método de control de plagas dirigido a zonas agroecológicas particulares o a varias similares. Se ganaría poco en términos de precisión de la evaluación con una mayor desagregación. Por otra parte, la evaluación estratégica ayuda a guiar la asignación óptima de los recursos a través de los grandes programas de investigación, para obtener una distribución de beneficios de la IyD que esté dirigido a un conjunto más amplio de objetivos políticos. Un enfoque recomendable y práctico que se sigue desde ese punto de vista es buscar los proyectos más efectivos respecto

---

2 Consideremos un proyecto atípico del Banco Mundial de, digamos, US\$40 millones, una cantidad que es más que el presupuesto total de muchos institutos de investigación agrícola nacionales o internacionales. Nuestra discusión aquí es intentar definir "estrategia" y "proyecto" en el contexto de tomar decisiones de inversión en tales institutos de investigación. Según por nuestras definiciones, el proyecto del Banco Mundial probablemente merecería una evaluación *estratégica*.

al costo, i.e., maximizando el beneficio social neto, sin mirar más allá de la distribución de los resultados de investigación *dentro de* un programa. Por ejemplo, un instituto de IyD cuyo mandato es generar beneficios sociales para los pequeños agricultores pobres, mientras se protegen las tierras frágiles, podría decidir, partiendo del análisis estratégico, que esas metas se podrían satisfacer asignando sus recursos a la IyD, por ejemplo: a la yuca (15%), frijoles (15%), pequeños rumiantes (20%), sistemas de producción de ladera (35%) y acuicultura (15%). Subsecuentemente, no se requiere evaluar cada proyecto con respecto a su impacto sobre los pequeños agricultores pobres y tierras frágiles. La tarea de la evaluación sería simplemente identificar los proyectos que conduzcan a la tasa más alta de retorno dentro del marco del presupuesto destinado para cada programa. Si el análisis estratégico hubiera sido efectivo para guiar el rubro apropiado, el sistema de producción y las opciones espaciales, la distribución de beneficios generada por este portafolio de proyectos debería estar de acuerdo con los objetivos de la institución.<sup>3</sup>

**Tabla 1. Características de la IyD y sus implicaciones para evaluación.**

Característica de la unidad de análisis de IyD	Asuntos que surgen	Implicaciones para el análisis de la evaluación
Alcance de las disciplinas, sistemas de producción, y agroecologías involucradas.	La posibilidad de generar errores de agregación cuando se estima el impacto total de la unidad de análisis de IyD.	Los análisis estratégicos están mejor basados en unidades desagregadas en cada una de las cuales el efecto de IyD sea homogéneo. Los efectos de la IyD que surgen a partir de inversiones a nivel de proyecto es más probable que sean homogéneos y la desagregación no sería tan importante.
Porción de la producción total probable de ser impactada por la IyD.	La probabilidad con la cual los efectos de la IyD pueden generar cambios de precios en los mercados internos o externos.	Como las unidades de análisis de IyD estratégico son más grandes, existe una gran probabilidad de generar efectos más significativos en los precios que en los proyectos individuales.
Alcance temporal.	Seleccionar la manera más apropiada para representar los resultados de la IyD; un resultado de una vez o como un flujo más persistente.	Los análisis de los proyectos generalmente tratan con los efectos de un conjunto discreto de resultados de IyD (una sola tecnología). El análisis estratégico debe poder considerar los efectos de un flujo de tiempo más largo de innovaciones múltiples.

**Fuente:** Elaborada por el autor.

<sup>3</sup> Sin embargo, el beneficio total generado es improbable que llegue al máximo alcanzable a partir de los recursos dados para la investigación debido al sesgo (implícito al análisis estratégico) hacia los beneficios finales de grupos o zonas específicas.

La Tabla 1 también sugiere que cuanto más grandes (más estratégicos) son los impactos esperados en la IyD, más importante es modelar explícitamente sus efectos en el mercado. Estos comprenden los cambios en cantidades y en precios que se presentan como consecuencia del cambio tecnológico inducido por la IyD. Lo que es significativo respecto al mercado está determinado considerablemente por la proporción probable de la producción impactada por la nueva tecnología. La evaluación de proyectos asume implícitamente que los resultados del proyecto no afectarán una gran proporción de la producción y, consecuentemente, se asume que:

- la adopción de las tecnologías reductoras de costo no aumentará las cantidades comercializadas (ver Figura 3, caso 2).
- la adopción de tecnologías de mejoramiento del rendimiento no reducirá los precios del mercado (ver Figura 3, caso 3).

Se pueden representar analíticamente estas presunciones tratando las variables de respuesta de precio-cantidad (i.e., las elasticidades) fijas en los valores polares.<sup>4</sup> La evaluación estratégica no impone estas restricciones en la elasticidad, ya que tiene la capacidad de modelar los efectos tanto de la cantidad como del precio de la IyD, y sobre esa base calcular endógenamente los cambios en el excedente económico de productores y de consumidores.

Una distinción final reconocida en la Tabla 1 es que la evaluación estratégica debe ser capaz de tratar con un flujo de tecnologías (e.g., una sucesión de nuevas variedades de cultivos) desarrolladas por un programa de largo plazo de inversión en IyD, digamos, por un período de 10-15 años. En general, la evaluación en IyD se ha encaminado a rastrear el impacto del cambio tecnológico de una sola vez (e.g., el desarrollo, liberación y adopción de una nueva variedad sencilla de cultivo). Todos menos uno de los paquetes revisados funcionaron exclusivamente con el *caso del cambio tecnológico sencillo*.

Muchas de las diferencias en el alcance y especificidad de la evaluación surgen simplemente como consecuencia de las posiciones relativas de la evaluación estratégica y de proyectos en la definición del problema en la IyD y en la jerarquía de asignación de recursos. La evaluación estratégica a menudo se lleva a cabo como un análisis apropiado de escenarios alternativos con impactos a gran escala. La evaluación de proyectos generalmente tiene que ver con una intervención en la IyD específica, bien definida y claramente dirigida a un impacto más local. Sin embargo, de la discusión precedente surge la pregunta de por qué están involucrados dos grupos separados de *software*. Sobre este punto vale la pena analizar:

- si las presunciones relacionadas con el mercado sobre la evaluación del proyecto se pueden expresar como formas reducidas del modelo estratégico más genérico, i.e., como valores restringidos e irrestringidos de elasticidades,
- si los impactos desagregados de la IyD pueden fácilmente ser agregados, y
- si aceptamos, por el momento, que un análisis de una sola vez, sea el apropiado tanto para la evaluación estratégica como para el proyecto.

<sup>4</sup> Los valores implícitos fijos de la elasticidad son *cero* (las cantidades producidas o consumidas no responderán a los cambios de los precios), e *infinito* (los precios permanecen fijos a pesar de la cantidad producida o consumida).

¿No habría allí mérito para adoptar un solo enfoque genérico metodológico? Este proveería no sólo un marco analítico consistente a través de diferentes niveles de evaluación, sino también una base de información de la planificación de la investigación más integrada.

#### 4. ESQUEMA DE LA CARACTERIZACION

Para facilitar la comparación informal del *software* de evaluación, hemos identificado varias características que se pueden agrupar en: 1) identificación básica e información de referencia, 2) características del *software* relacionado con el modelo analítico, y 3) otras características generales del *software*.

Las características relacionadas con el modelo analítico se clasifican en seis grupos más:

- tipo de evaluación,
- estimación de los beneficios,
- estimación de los costos,
- medidas de rendimiento de la inversión,
- análisis de sensibilidad,
- otras características del modelo,

Para cada uno de estos grupos las características están detalladas (ocasionalmente agrupadas por categoría) en la Tabla 2. Cuando es necesario, un comentario breve acompaña cada una de las características identificadas. El esquema indudablemente necesita refinarse y extenderse a medida que se amplíe el rango del manejo del software. Además, se piensa unir esta caracterización con otro conjunto de criterios desarrollados en el IFPRI para resumir y comparar sistemáticamente los estudios sobre la rentabilidad de la investigación agropecuaria que se vayan desarrollando.

#### 5. CARACTERISTICAS Y COMPARACION DE LOS PAQUETES

Esta sección provee un breve resumen de los paquetes revisados (Tabla 3) y los presenta en un formato comparativo (Tabla 4), mediante el esquema de caracterización definido en la sección previa. La Tabla 4 muestra una breve descripción de las características individuales de los paquetes en estudio. Una comparación metodológica detallada de la estimación de los beneficios brutos de la IyD se presenta en las subsecciones siguientes que describen:

- El *impacto potencial* que los resultados de la IyD generarían si se adoptaran totalmente.
- Las *dinámicas de adopción* que convierten el *impacto potencial* de la IyD de una tecnología recientemente liberada en un perfil temporal de *impacto IyD realizado*.
- El *modelo del mercado* (explícito o implícito) por el cual los impactos realizados de cambio tecnológico se convierten en medidas económicas de beneficio social de la IyD.

**Tabla 2. Esquema de la caracterización para el software de evaluación de la investigación.**

Grupo	Categoría	Característica	Comentarios
Identificación básica		Nombre, autor y versión. Enfoque de la inversión. Institución que apoya.	e.g., proyecto, programa, sector.
<b>CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE RELACIONADAS CON EL MODELO ANALITICO</b>			
Tipo de análisis		Ex ante. Ex post. Estructura del mercado. Unidad de análisis.	e.g., solo, múltiple, horizontal, vertical e.g., tecnología por región del mercado
Evaluación de los beneficios de IyD	Proceso de IyD	Tiempo requerido para la IyD.  Incertidumbre en IyD. Tecnologías múltiples. Capacidad para investigación adaptativa.	Un solo valor o una distribución de probabilidades. Modeladas como complementos o sustitutos ¿Distinción entre innovación y adaptación?
	Adopción	No. de perfiles de adopción. Forma de adopción. Probabilidad de éxito Años para alcanzar adopción máxima. Años al nivel máximo. Nivel máximo de adopción. Años para la desadopción.	¿Desagregación del proceso de adopción? Forma funcional supuesta de la curva de adopción. Éxito de la adopción distinto del éxito de la IyD. Tiempo para la adopción. Pertinente si se modela la desadopción. Nivel del techo de adopción (y unidades usadas). Si se modela desadopción (u obsolescencia).
	Efectos de la IyD	Opciones de la representación.  Valor único o distribución de probabilidades. Evolución temporal. Obsolescencia/Depreciación. Diseminación de la tecnología.	Aumento del rendimiento o área, reducción del costo, cambio del área. ¿El mismo o diferente al proceso de IyD?  ¿Es posible representar la obsolescencia?
	Mercado	PRECIOS Exógeno o endógeno.  OFERTA Forma de la curva de la oferta. Elasticidad de la oferta. Desplazamiento inducido por la IyD. Desplazamiento exógeno.  DEMANDA Forma de la curva de la demanda. Elasticidad de la demanda. Desplazamiento inducido por la IyD. Desplazamiento exógeno.	Lineal, elasticidad constante. Sí o no (valores implícitos polares). Paralelo, pivotal. Capacidad para modelar cambios no inducidos por la IyD.  Lineal, elasticidad constante. Sí o no (valores implícitos polares). Paralelo, pivotal. Capacidad para modelar cambios no inducidos por la IyD.
		OTROS Opción de economía pequeña, abierta. Impuestos/subsidio a la producción.  Impuestos/subsidio al consumidor.	Asumiendo la economía cerrada es por defecto. ¿Es posible modelar las distorsiones de la oferta?  ¿Es posible modelar las distorsiones de la demanda?

Tabla 2. (Cont.).

Grupo	Categoría	Característica	Comentarios
Estimación de los costos		IyD Costos variables Costos fijos/capital.	
		EXTENSION Costos del capital EN LA FINCA.	Costos de una vez para adoptar la tecnología nueva.
Medidas de rentabilidad de la investigación		Valor actual de B-C (VAN).	
		IRR	
		B/C	
		Otro	
Análisis de sensibilidad		Por defecto. Definido por el usuario.	Ejecutado automáticamente.
RASGOS GENERALES DEL SOFTWARE			
Datos generales		Título del proyecto/análisis. Persona responsable. Científico principal. Otro.	
Opciones de resultados		Tablas de resumen	Número
		Tablas detalladas de las gráficas	Número
		Perfil del beneficio neto.	
		Perfil de la adopción.	
		Diferencia entre dos corridas cualesquiera	Facilita la comparación de escenarios
		Clasificación de corridas múltiples Salvar los resultados en el disco.	Asumiendo escenarios independientes
Documentación y soporte al usuario		Idioma.	
		Total de páginas.	No. de páginas.
		Guías de operación.	No. de páginas.
		Fondo económico.	No. de páginas.
		Guías de la aplicación.	No. de páginas.
		Por línea	
		Documentación/ayuda. Ayuda de contexto específica. Guía didáctica.	
Implementación y disponibilidad		Tipo.	Hoja de cálculo, programa.
		Paquete/idioma	
		Seguridad	
		Disponibilidad	Libre o con costo, otras restricciones.
		¿Liberación futura?	

Fuente: Elaborada por el autor.

**Tabla 3. Paquetes de software para la evaluación de la investigación incluidos en esta revisión.**

Categoría	Paquete	Versión Revisada	Institución Responsable	Autores
Estratégica	MODEXC	Ver. 2, dic. 1993	CIAT	Rivas <i>et al.</i> , Lynam <i>et al.</i>
	DREAM RE4	Ver. 1.1, jun. 1996 Ver. 4, sep. 1990	IFPRI ACIAR	Alston <i>et al.</i> , Wood <i>et al.</i> Davis <i>et al.</i>
Proyecto	APPRAISAL	Ver. 1.0, ago. 1994	DoA, Victoria, Aust.	Desconocido
	PREVSYS	Ver. 4.1b, feb. 1996	DPI, Queensland, Aust.	Culpitt (?)
	REVS	Ver. 2.0c, dic. 1994	DoA, WA, Aust.	Desconocido
	SPEAR	Ver. 1.1, ene. 1996	NSW, Ag, Aust.	Butler, Brennan
	EVALTEC	Ver. 1.0, jun. 1993	IICA/EMBRAPA	da Cruz <i>et al.</i>

Fuente: Elaborada por el autor.

Varios de los paquetes listados en la Tabla 3, o una versión más anterior de ellos, han sido ya el tema de revisiones más generales (Anthony y Culpitt 1995, Wilson 1996, Medina Castro y Wood 1996).

### 5.1. Comparación de la Representación de los Efectos Potenciales en IyD

Las maneras en que los efectos potenciales en IyD están representados varían entre los paquetes. Pero típicamente el primer paso es establecer cuál sería el efecto potencial de la IyD *bajo el supuesto de adopción total*. A continuación cada paquete muestra el proceso de adopción y evalúa cómo el potencial se traduce en efectos reales o realizados en el tiempo (ver la sección 5.2). En todos los casos el tiempo entre la adopción y ejecución de la IyD precede a la liberación de la tecnología, después de lo cual su potencial está disponible. El perfil temporal de este proceso se muestra en el lado derecho de la Figura 1. Esencialmente los modelos varían en dos aspectos. Uno es la manera en que se calcula el valor esperado de los beneficios de la IyD, y el otro es la métrica usada para cuantificarlos. Las mitades superiores e inferiores de la Figura 1 representan los dos métodos del cálculo genérico, y cada eje vertical representa la escala de la medida usada por uno o más paquetes.

El primer método (casos 1 y 2) requiere una estimación del valor de un solo efecto de la investigación (potencial) asumiendo que se obtengan resultados positivos y se adopten totalmente, así como también una estimación separada de la probabilidad de que la IyD sea verdaderamente exitosa. El producto de estos dos valores es el efecto *potencial* esperado  $E()$ . Por ejemplo, en el caso 2 ilustrado en la Figura 1 (relevante para EVALTEC, DREAM, RE4), el efecto en la IyD está representado por la reducción del costo unitario potencial expresado como un porcentaje del precio original del productor ( $c$ ). En el caso 1 (APPRAISAL), el efecto potencial, si la investigación es exitosa, se introduce como el valor de los beneficios anuales expresados en unidades monetarias ( $B$ ). En ambos casos la probabilidad del éxito de la IyD se expresa como un porcentaje ( $ps$ ).



Cont. Tabla 4.

Tabla 4. (cont.). Caracterización de software para la evaluación de IyD: II - Criterios Generales

Características	APPRaisal	PREVSYS	REVS	SPEAR	EVAlTEC	MODEXC	DREAM	RE4
Versiones	Ver 1.0 - Ao 1994	Ver 4.15 - Feb 1990	Ver 2.0c - Dic 1994	Ver 1.1 - Ene 1990	Ver 1.0 - Jun 1993	Ver 2 - Dic 1993	Ver 1.1 - Jun 1996	Ver 4 - Sep 1990
Enfoque de la inversión	Proyecto	Proyecto	Dist. de Agricultura	Proyecto	Proyecto	Sub-sector/programa	Sub-sector/programa	Sub-sector/programa
Anexo bibliográfico	Victoria, Australia	Queensland, Australia	Western Aust., Australia	New South Wales, Australia	Costa Rica/Brazil	Colombia	Philippines	ACIAR
Otros datos	Título del proyecto-aplicación	SI	SI	SI	SI	No	No	SI
Problemas resueltos	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	SI
Criterio principal	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	SI
Otro	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	SI
Otras especificaciones			ID, y No. del proyecto	Comentarios de los usuarios	Ex post. Análisis de riesgo	Análisis por subeventos en tiempo (t)	3 niveles de adaptación	4 niveles de adaptación
Resúmenes para los usuarios	Y (3 páginas, 3 gráficos)	SI (4 páginas, 2 gráficos)	SI (7)	SI (1 página)	SI	7 (seleccionable)	SI	SI
Gráficos	11 (+ ejemplos en un apéndice)	2	7	SI (8 páginas, 2 gráficos)	SI	No	SI	SI (3 ítems)
Partes de adaptación	SI	SI	SI (6 descuentos)	SI (6 descuentos)	SI	No	No	No
Diferencia entre 2 Análisis	No	No	SI (revisión cada sistema)	SI (revisión cada sistema)	SI	No	No	No
Clasificación (revisión) de anal	No	No	SI	SI	SI	No	No	No
Quitar en archivo	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	SI
Idioma	Inglés	Inglés	Inglés	Inglés	Español	Español	Inglés	Inglés
Número total de páginas	13	11 (+ ejemplos en un apéndice)	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Paños de operación	7 páginas	11 páginas	Manual no disponible	5	10	4	32	12
Aplicaciones	2 páginas	No	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Paños de adaptación	No	No	Manual no disponible	5	10	4	32	12
"On-line"	No	No	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Documentación/Ayuda	No	No	Manual no disponible	5	10	4	32	12
Ayuda específica al usuario	No	No	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Tutoriales/EXI	No	No	Manual no disponible	5	10	4	32	12
Implementación y Disponibilidad	No	No	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Procesador	No	No	Manual no disponible	5	10	4	32	12
Disponibilidad	No	No	Manual no disponible	5	20	72	15	12
Versiones próximas	No	No	Manual no disponible	5	10	4	32	12

Fuente:

Notas:

PD - Distribución de Probabilidad. C/S = con y sin, comb = combinación, prob = probabilidad

Comentarios cursivos en el cuadro implica características implícitas o asumidas

- (a) Costos: Para paquetes orientados a la evaluación de los proyectos, muchos de los flujos de costos están desagregados para componentes internos (ini) y externos (Ext). Algunos tienen también un componente Otros. En cada componente hay subdivisiones, p.ej., salarios, costos operacionales y costos fijos. Los números en paréntesis indican cuantas subdivisiones hay. El paquete SPEAR permite la definición de los costos para cada científico.
- (b) Representación de los impactos de IyD: Todos los paquetes de evaluación estratégica utilizan reducciones en costos unitarios como la medida última del impacto de IyD. Todos los paquetes de evaluación de proyecto requieren que el usuario de estimaciones de los beneficios en una de dos maneras. (1) el beneficio anual total (asumiendo adopción completa) o (2) La definición de una unidad impactada (hectárea, tonelada, persona) y el beneficio anual por unidad (asumiendo adopción completa). PREVSYS, REVS y SPEAR permiten la representación de resultados alternativos de IyD como distintos niveles de beneficio con probabilidades asociadas (ver la nota e).
- (c) Costos en finca: Son los costos fijos y en capital asociados con la implementación de la nueva tecnología en la finca. Cambios en costos variables ya están incluidos en las estimaciones de los beneficios.
- (d) APPRAISAL: Los costos de la extensión y de la implementación en la finca están reducidos automáticamente si la probabilidad de éxito de IyD es menor que 100%.
- (e) PREVSYS, REVS, SPEAR: La probabilidad de éxito de IyD está incluida en la opción de tener resultados alternativos, cada uno con su propio nivel de beneficio y probabilidad de suceder. El total de dichas probabilidades tiene que ser igual a 1.0. Los paquetes permiten la definición de 3, 5 y 4 resultados alternativos respectivamente (ver la sección del texto sobre impactos de IyD, p. 6). Tecnologías o áreas geográficas distintas. Implícitamente estos resultados se ven independientes y complementarios.
- (f) SPEAR: Requiere que la definición de perfiles de adopción y costos de implementación (fijos) en la finca sean definidos sin y con IyD. Se asume que los no-adaptadores todavía tienen acceso a las (otras) tecnologías irreemplazadas.
- (g) PREVSYS & SPEAR: Los costos de IyD son para embos "sistemas". Los beneficios totales anual calculados como el total de los beneficios para cada sistema (i.e., se asume resultados complementarios).
- (h) EVALTEC: tiene dos opciones ex post. Para la opción principal los usuarios introducen los flujos de beneficios y costos en tiempo y una tasa de descuento. En ambos casos los beneficios y los costos pueden ser detallados por la definición de un índice de precios.
- (i) EVALTEC: El programa apoya la evaluación de inversiones múltiples simultáneamente, pero aplica la misma probabilidad de éxito de IyD a cada tecnología.
- (j) EVALTEC: Para cada tecnología el usuario puede definir un impacto distinto de IyD, p.ej. cambios en rendimiento, precio o área. Valores tienen que ser definidos para cada año e incluyen (implícitamente) la tasa de adopción.
- (k) MODEXC: Se puede analizar hasta 20 tecnologías simultáneamente, cada una definida por su propio tiempo de IyD, perfil de adopción, y desplazamiento de oferta (ver nota m).
- (l) MODEXC: Una curva de adopción está definida para cada tecnología. Cada curva logística está definida por dos pares de tiempo y nivel de adopción. El tiempo inicial incorpora el rezago para hacer la IyD.
- (m) MODEXC: La representación depende en el tipo de desplazamiento escogido. Desplazamiento propal se define como un cambio proporcional en la cantidad (asumiendo que P no cambie).
- (n) MODEXC: El desplazamiento inducido en la demanda está definido como una tasa de crecimiento anual. El perfil de adopción se aplica solamente a los desplazamientos en la oferta.
- (o) MODEXC: Asumiendo un precio fijo mundial (ver nota x).
- (p) RE4: Este modelo combina los tiempos de IyD y adopción en un solo valor de rezago en tiempo. Se requieren dos rezagos - uno para regiones donde hay IyD, y el otro para todas las otras regiones (que solamente adoptan).
- (q) RE4 y DREAM: En los modelos de mercado es factible considerar como múltiples las tecnologías generadas para cada región.
- (r) Los modelos funcionando al nivel del programa o subsector tiene que calcular (adicionalmente) Beneficios brutos como costos como costos no son siempre disponibles.
- (s) A pesar de que los paquetes de MODEXC y DREAM han sido diseñados para evaluación ex ante, son útiles para hacer análisis ex post (Srinant, 1993; Srinant y Wood 1996).
- (t) DREAM: combina tanto el reemplazamiento de una tecnología por una nueva tecnología (obsolescencia) como la degradación de tecnología en una sola medida de tiempo (rezago) de desadopción (ver la sección de Adopción).
- (u) RE4 y DREAM: requieren un matriz de desdoblamiento dado por el usuario para definir hasta que punto los impactos de tecnología generados para una región pueden ser realizados en otras regiones.
- (v) MODEXC: Se permiten tres subperíodos y en cada uno se permite su propio precio mundial y tasas de crecimiento oculto en oferta y demanda.
- (w) RE4: La metodología y una aplicación significativa está descrito en Davis, Orem y Ryan (1987). Sin embargo algunos detalles de la implementación están distintos en la implementación utilizada aquí.
- (z) DREAM: Los antecedentes económicos y el algoritmo original de DREAM están descrito en Alston, Norton and Pardey (1985).

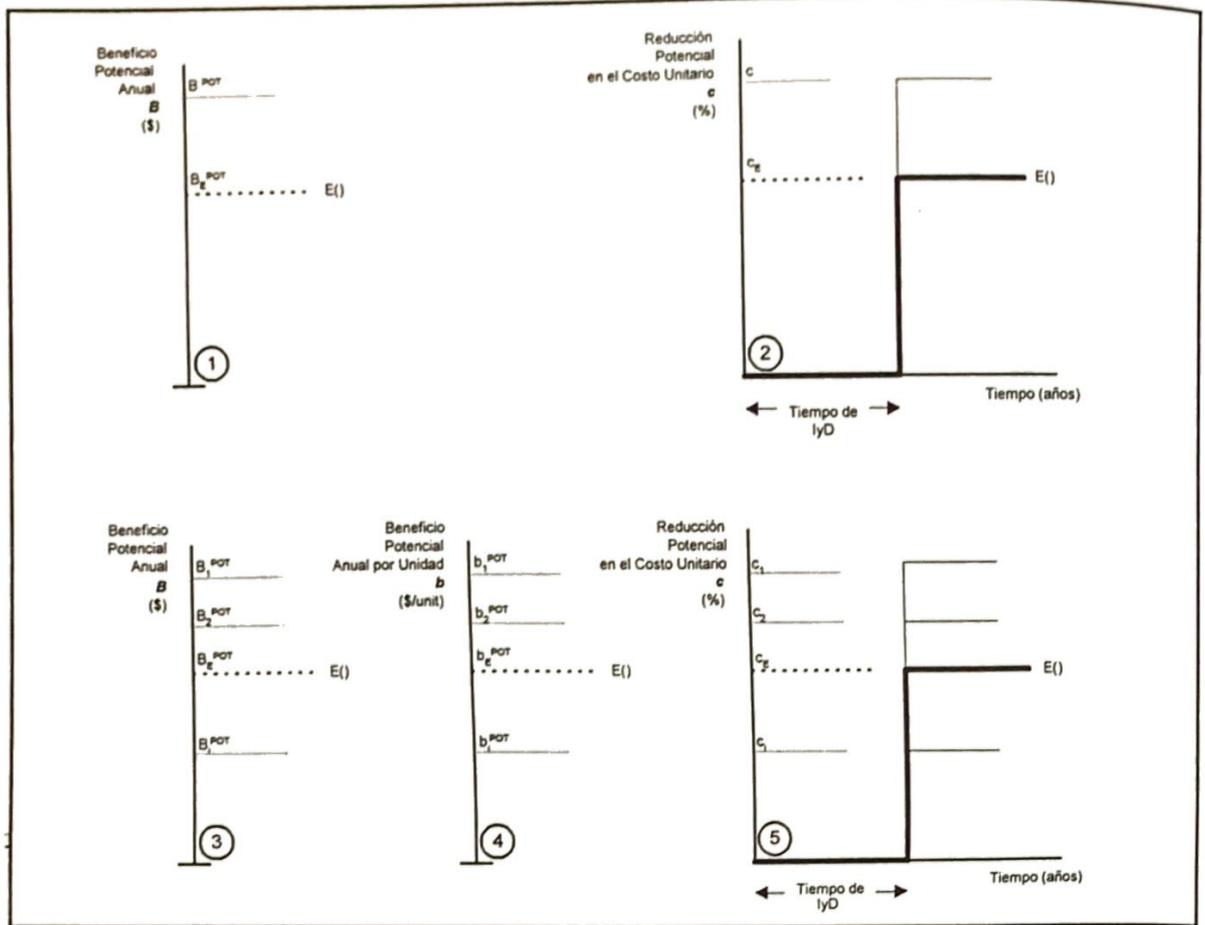


Figura 1. Comparación de la representación estilizada de los efectos potenciales de IyD.

Fuente: Elaborada por el autor.

En los otros paquetes (excepto MODEXC) se usa un segundo método (casos 3, 4 y 5), en el cual se espera que el efecto de la IyD se derive sobre la base de un rango ( $i$ ) de resultados de la IyD posibles e independientes, cada uno teniendo su probabilidad asociada ( $p_i$ ). La suma de estas probabilidades debe ser igual a 1 (uno). REVS y SPEAR aceptan la entrada de los efectos de la IyD como un beneficio anual total potencial, ( $B$ ) (caso 3), o como un beneficio anual total por unidad de resultado, ( $b$ ) (caso 4). PREVSYS requiere el formato ( $b$ ) de beneficio por unidad, (caso 4). Cuando se usan los beneficios por unidad, el número de unidades afectadas, ( $Q$ ), debe definirse también ( $B=bQ$ ). Estos paquetes difieren en el número de resultados potenciales de IyD que se pueden especificar (ver la Tabla 4) y en los medios por los cuales el usuario debe especificar los niveles de beneficio potencial y probabilidades asociadas.

MODEXC maneja los efectos de la IyD algo diferente. El parámetro de cambio técnico ( $K$  en MODEXC) es una medida de cantidad adicional producida con la nueva tecnología mientras se mantiene constante el precio,  $K = Q_0 + DQ/Q_0 | P_0$ . Sin embargo, la especificación de este parámetro está implantada dentro de la especificación del perfil de adopción, descrita en detalle en la sección 5.2

Los paquetes también difieren con respecto a la definición de "beneficios" en relación con los cambios en los costos de la producción inducidos por la IyD. EVALTEC, DREAM y RE4 asumen que el efecto de la IyD, ( $c$ ), es neto de todos los cambios inducidos por la IyD en los costos de finca (tanto fijos como variables). Los paquetes de evaluación de proyectos APPRAISAL, PREVSYS, REVS y SPEAR requieren que las estimaciones del beneficio potencial se introduzcan netas de los costos *variables* en la finca, y permiten introducir los costos de implementación en la finca asociados con la nueva tecnología como un elemento de datos separado (costos fijos).

Las fórmulas presentadas a continuación identifican las diferentes combinaciones de datos de entrada (mostradas en negrita) y los algoritmos usados para calcular el efecto potencial esperado de la IyD,  $E(\cdot)$ . En resumen, las numerosas métricas pueden reducirse a dos representaciones: la reducción potencial de costo por unidad,  $E(c)$  (EVALTEC, DREAM, RE4) o el beneficio anual total potencial,  $E(B^{POT})$ ; todos los otros paquetes, excepto MODEXC. PREVSYS y SPEAR permiten definir dos "sistemas" separados (y presumiblemente independientes), e.g., dos áreas geográficas o dos sistemas de producción, y se requieren estimaciones de los beneficios potenciales y probabilidades para cada uno. En el programa SPEAR el usuario debe definir también los valores equivalentes del caso "sin IyD". DREAM y RE4 requieren valores específicos para cada región del mercado. EVALTEC requiere que los valores se introduzcan para cada una de las tecnologías.

#### Resultado sencillo de IyD

1. Beneficios anuales potenciales ( $B$ , en \$/año)

APPRAISAL

$$E(B^{POT}) = B_E^{POT} = B^{POT} \cdot ps$$

2. Reducción de costo unitario potencial ( $c$  como un % del precio inicial)

EVALTEC, DREAM, RE4

$$E(c) = c_E = c \cdot ps$$

#### Distribución discreta de los resultados por la IyD

3. Beneficios anuales potenciales ( $B$  en \$/año)

REVS, SPEAR

$$E(B^{POT}) = B_E^{POT} = \sum B_i^{POT} \cdot p_i \quad (\text{donde } \sum p_i = 1.0)$$

4.  $\sum$  Beneficios anuales potenciales/unidad ( $b$  en \$/unidad/año)

PREVSYS, REVS, SPEAR

$$E(b^{POT}) = b_E^{POT} = \sum b_i^{POT} \cdot p_i \quad (\text{donde } \sum p_i = 1.0)$$

$$E(B^{POT}) = b_E^{POT} \cdot Q$$

Estos efectos esperados pueden ser pensados como las medidas estáticas comparativas del beneficio potencial de la IyD. La próxima sección describe cómo se transforman estos en efectos dinámicos de la IyD por medio del proceso de adopción.

## 5.2. Comparación de la Representación de la Adopción

Existen varias maneras de modelar la adopción (las diferentes formas funcionales de las curvas de adopción se muestran en la Figura 2). Varían desde la imposición de la forma funcional no específica (perfil de entrada del usuario de EVALTEC) hasta la de la opción entre cinco formas funcionales ofrecida en APPRAISAL. Mientras que no haya ningún perfil de adopción universalmente aceptado, el cuerpo de la evidencia empírica sugiere que una curva en forma de  $S$  (a menudo logística) describe la incorporación de una nueva tecnología. Sólo MODEXC y APPRAISAL ofrecen tal forma. Las otras representaciones involucran varias aproximaciones lineales con una curva en forma de  $S$ . El nivel máximo de adopción,  $A^{MAX}$ , se debe expresar en las mismas unidades usadas para medir los efectos de la investigación, e.g., si el efecto de la investigación se expresa como un ahorro del costo por tonelada del producto, entonces  $A$  debe ser el porcentaje de adopción en términos de tonelada de producción. En la práctica, sin embargo, los datos de adopción se citan a menudo en términos del número de agricultores o hectáreas, lo que deja abierta la posibilidad de un desajuste significativo entre estos dos parámetros como medios para caracterizar el patrón de adopción.

Otra característica de diferenciación de los perfiles de adopción de los paquetes revisados es si permiten la representación del abandono de la tecnología o la desadopción. Todos los paquetes, excepto MODEXC y RE4, hacen esto. En términos prácticos, la desadopción se puede tomar como: (1) el abandono de una antigua tecnología en favor de una nueva tecnología superior, o (2) la declinación gradual en la efectividad de una tecnología dada (como testigo de materiales genéticos de plantas cuya resistencia a plagas específicas y enfermedades declina con el tiempo). APPRAISAL modela estos como dos efectos separados, definiendo una época para la desadopción para representar el primero y una tasa de depreciación anual (%/año) para representar el segundo. Los datos de adopción se citan a menudo en términos del número de agricultores o hectáreas, lo que deja abierta la posibilidad de un desajuste significativo entre estos dos parámetros como medios para caracterizar el patrón de adopción.

Otra característica de diferenciación de los perfiles de adopción de los paquetes revisados es si permiten la representación del abandono de la tecnología o la desadopción. Todos los paquetes, excepto MODEXC y RE4, hacen esto. En términos prácticos, la desadopción se puede tomar como: (1) el abandono de una antigua tecnología en favor de una nueva tecnología superior, o (2) la declinación gradual en la efectividad de una tecnología dada (como testigo de materiales genéticos de plantas cuya resistencia a plagas específicas y enfermedades declina con el tiempo). APPRAISAL modela estos como dos efectos separados, definiendo una época para la desadopción para representar el primero y una tasa de depreciación anual (%/año) para representar el segundo.

Los perfiles de adopción son generalmente representados por parámetros estimados con datos provistos por el usuario sobre el techo del nivel de adopción,  $A^{MAX}$ , y el tiempo necesario para alcanzar dicho techo (MODEXC los trata separadamente abajo). En la Figura 2, se definen:

$\lambda_R$ , como el tiempo para generar una nueva tecnología hasta que esté disponible para adoptarse.

$\lambda_A$ , como el tiempo para alcanzar el nivel del techo de adopción (tiempo entre la disponibilidad y la adopción máxima).

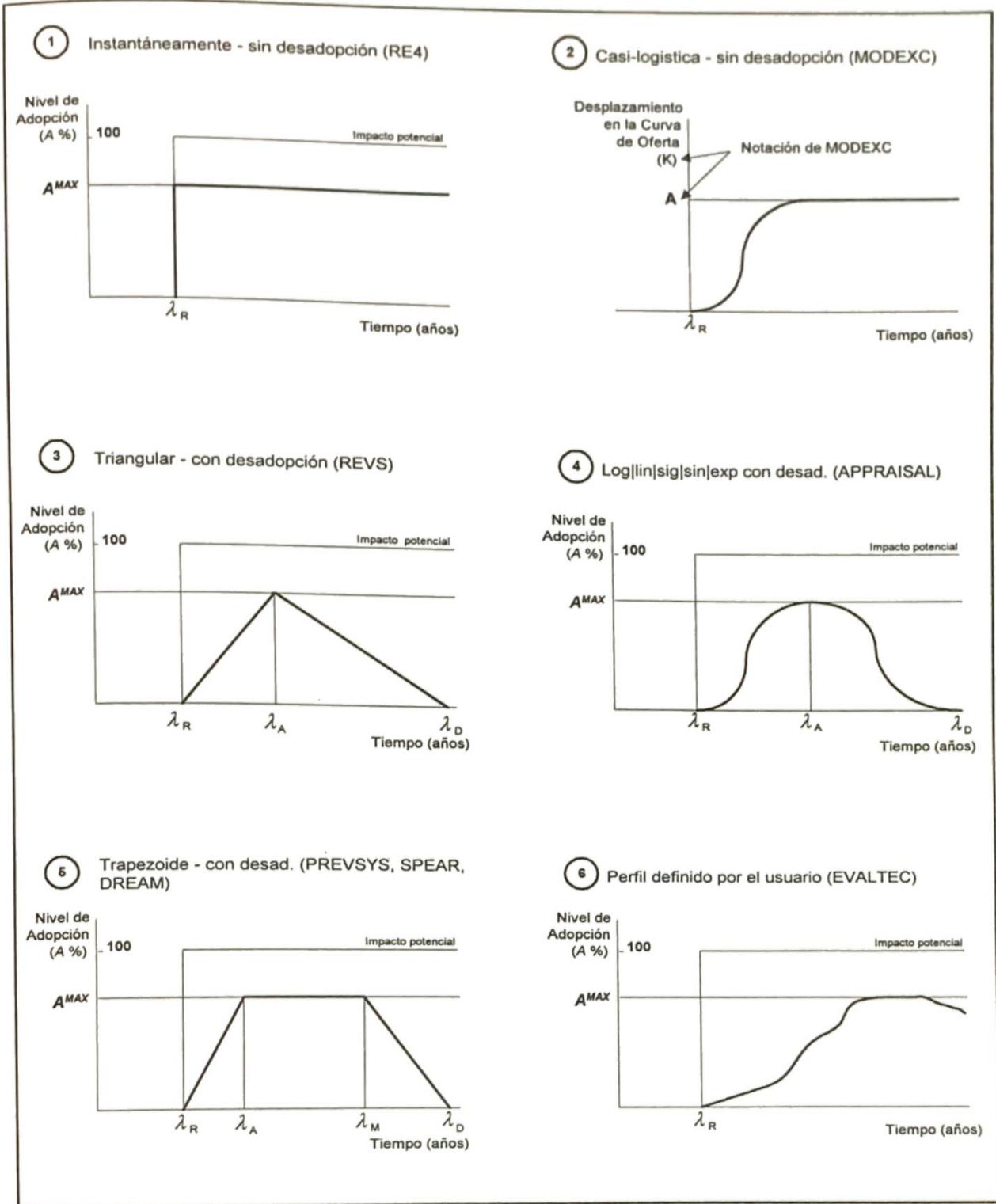


Figura 2. Comparación de la representación estilizada de la adopción.

Fuente: Elaborada por el autor.

Nota: El Caso 3 (distribución triangular) es un caso particular de 5 en cuanto a que el tiempo al nivel máximo es cero. Similarmente, se puede considerar el Caso 1 como una forma particular del Caso 3.

$\lambda_M$ , como el tiempo gastado en el nivel techo de la adopción.

$\lambda_D$ , como tiempo desde el nivel techo para completar la desadopción.

Usando esta información los modelos pueden estimar el nivel de adopción en cualquier año,  $A_t$ , y de allí calcular el correspondiente impacto *realizado* de IyD esperado en ese año en particular,  $K_t$ .

$$K_t = E(B^{POT}) \cdot A_t \quad \text{APPRAISAL, PREVSYS, REVS, SPEAR}$$

$$K_t = E(c) \cdot P_0 \cdot A_t \quad \text{EVALTEC, DREAM, RE4}$$

donde ( $P_0$ ) es el precio inicial para el productor y ( $A_t$ ) es directamente provista por el usuario en el caso de EVALTEC, pero obtenida por funciones específicas en todos los otros paquetes revisados aquí.

Mientras los diagramas en la Figura 2 reflejan las formas funcionales de cada perfil de adopción, la Tabla 5 muestra el número de perfiles de adopción que pueden ser definidos en cada paquete.

**Tabla 5. Número de curvas de adopción.**

Paquete	Desagregación de la curva Adopción	Número de Curvas	Comentarios
APPRAISAL	Ninguna.	1	Factor para la depreciación de la tecnología (opcional).
PREVSYS	Por "sistema" (hasta 2). Por nivel de beneficio (hasta 3).	Hasta 6	Adopción máxima, AMAX, puede variar por nivel de beneficio.
REVS	Ninguna.	1	
SPEAR	Por "sistema" (hasta 2). Cada una "con" "sin" IyD.	2 ó 4	
EVALTEC	Para N tecnologías substitutas independientes.	N	Resultados clasificados por tecnología.
MODEXC	Para N tecnologías complementarias. Independientes.	N	Resultados agregados.
DREAM	Para M mercados.	M	Cada una aplicada a tecnologías locales y "por diseminación".
RE4	Mercados donde se emprende IyD. Mercados donde no se emprende IyD.	2	Curvas separadas para tecnologías locales y recibidas de afuera "por diseminación".

**Fuente:** Elaborada por el autor.

## El Caso de MODEXC

MODEXC es el único entre los paquetes revisados que trata la definición de efectos y adopción de la IyD en un solo paso. Así, el perfil de adopción se define en términos del efecto de la investigación  $K$ , (en notación MODEXC), donde  $K = Q_o + DQ/Q_o$ ,  $Q_o$  es la cantidad de equilibrio inicial, y  $DQ$  es la producción adicional que la nueva tecnología generaría si el precio de equilibrio inicial  $P_o$  se mantiene constante (i.e., es una medida horizontal del desplazamiento de la oferta inducida por la IyD). La curva de adopción se define entonces (de nuevo en notación MODEXC) como:

$$K_t = \frac{A}{1 + e^{\alpha + \beta t}}$$

donde (A) es la asíntota (especificada en las mismas unidades de K) y ( $\alpha$ ) y ( $\beta$ ) son parámetros de función logística. El usuario debe proveer el valor A, así como definir las coordenadas de cualesquier dos puntos en la curva de adopción para parametrizarla. Podemos descomponer el término A de MODEXC usando los conceptos y notación aplicados antes como:

$$A = \frac{(Q_o + j \cdot ps \cdot A^{MAX})}{Q_o}$$

donde ( $j$ ) se define como el efecto de la investigación potencial en términos de resultados aumentados, i.e.,  $\Delta Q/Q_o$ , asumiendo una investigación exitosa y una adopción total, ( $ps$ ) como la probabilidad de éxito de la IyD, y ( $A^{MAX}$ ) como el nivel del techo de adopción.

### 5.3. Comparación de la Representación de los Efectos de la IyD en los Mercados

Cuando se introducen beneficios totales anuales como datos, no existe indicación de que se hagan supuestos sobre el comportamiento del mercado (explícita o implícitamente) para ejecutar el cálculo del beneficio. Este es el caso para APPRAISAL y para la opción del beneficio total de PREVSYS, REVS, y SPEAR -mostrados como caso (1) en la Figura 3. APPRAISAL, sin embargo, tiene la opción de introducir una disminución esperada del precio como una consecuencia de la IyD, en cuyo caso se podría interpretar como caso (2). Donde los beneficios anuales por unidad y un número correspondiente de unidades de producción (supuestamente constante) se introducen como datos, como es posible en PREVSYS, REVS y SPEAR, esto puede interpretarse también como caso (2). EVALTEC permite definir los efectos de la IyD por el usuario como una serie de reducciones del precio con cantidad constante, caso (2), o como aumentos en el rendimiento y área (cantidad), manteniendo el precio constante - caso (3).

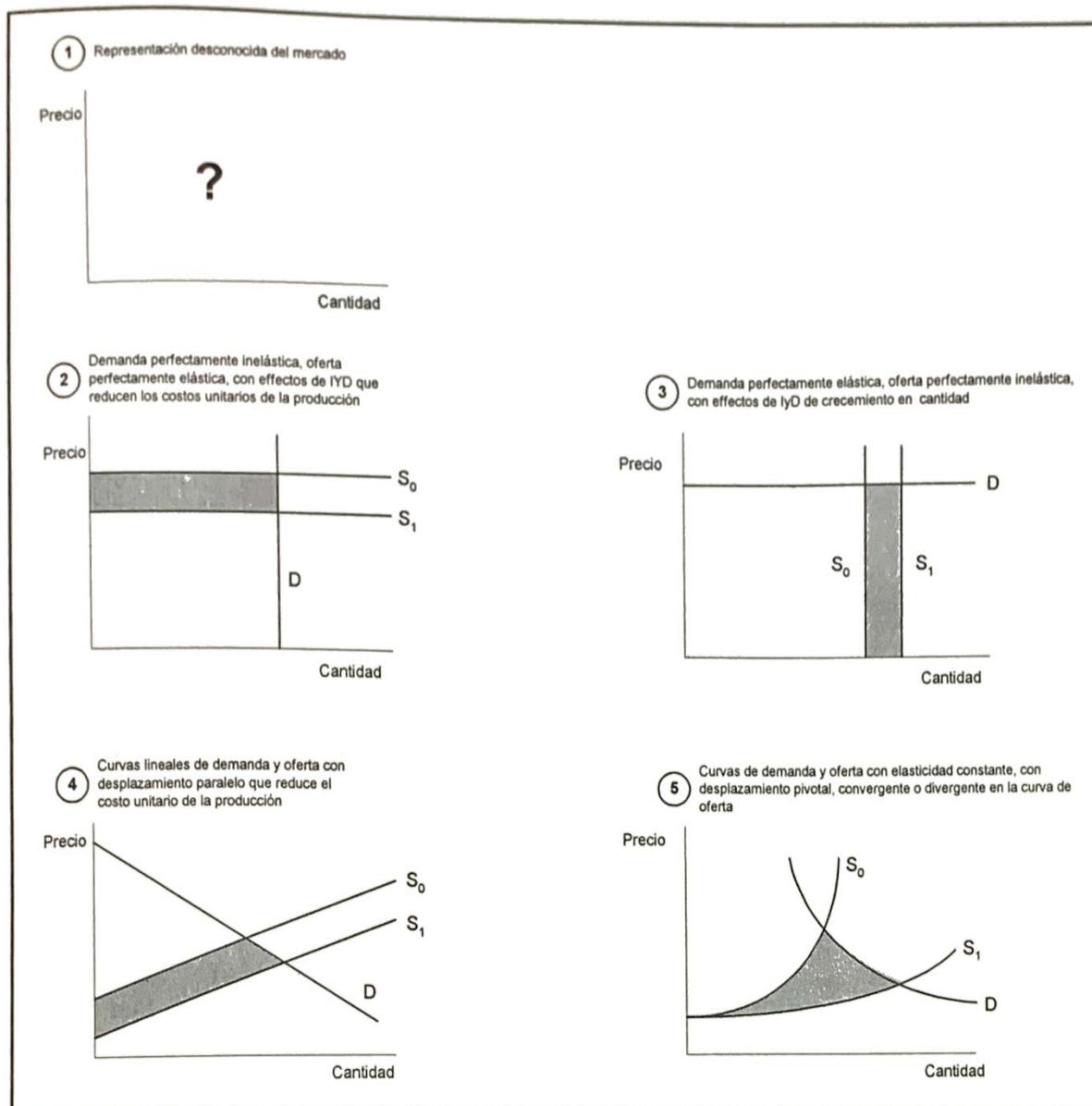
Sólo los paquetes de evaluación estratégica MODEXC, DREAM y RE4 modelan explícitamente la oferta y demanda del mercado cuando se determinan los beneficios de la IyD. Basados en el equilibrio inicial del mercado (sin IyD) y el camino de adopción supuesto (ver la Figura 2),

los paquetes simulan los cambios en los precios de equilibrio del mercado y las cantidades para el período de evaluación. Usando varios cálculos de excedentes económicos, estos impactos del mercado se convierten en estimaciones de los beneficios anuales brutos de la IyD para los productores y consumidores. La disponibilidad de las elasticidades del precio para la oferta y la demanda son una condición *sine qua non* para usar estos tres paquetes. Además, MODEXC y DREAM permiten efectos exógenos del mercado, si los usuarios proporcionan los estimadores de las tasas exógenas de crecimiento en la oferta y la demanda esperadas (i.e., sin investigación). DREAM tiene la capacidad adicional de representar los impuestos o subsidios que se aplicarían a la producción o consumo. Teniendo en cuenta los cambios en los pagos de subsidios o en los ingresos por impuestos del gobierno que ocurren como consecuencia de los cambios inducidos por la IyD en la oferta, DREAM se puede usar para estimar los beneficios brutos (o costos) para el gobierno como también para los productores y consumidores. Una extensión metodológica significativa proporcionada por RE4 y DREAM es la habilidad para representar mercados múltiples (horizontales). Ambos paquetes calculan los impactos en multimercados causados por la adopción local de nuevas tecnologías, como también los efectos derivados del comercio entre varios mercados. Estos dos paquetes también proveen un mecanismo para evaluar las consecuencias económicas de la *transferencia de la tecnología* (desbordamiento) entre las regiones de mercados.

RE4 y DREAM usan curvas lineales de la oferta y la demanda y representan los efectos de la IyD como una reducción en el costo por unidad de la producción,  $k$ , que conduce a un desplazamiento paralelo en las curvas de la oferta (caso (4)). MODEXC usa curvas de la oferta y la demanda de elasticidad constante, aunque la curva de la oferta se desplaza verticalmente para interceptar el eje del precio en un punto identificado como el costo mínimo de producción -el precio por debajo del cual ninguna producción ocurre. MODEXC tiene cuatro posibilidades para simular los efectos de la investigación: tres tipos de desplazamiento de la oferta (pivotal, caso (5), convergente y divergente) y un desplazamiento de la demanda. Los desplazamientos en la demanda inducidos por la IyD pueden surgir, por ejemplo, como una consecuencia de la investigación en aspectos saludables de alimentos particulares que por consiguiente influyen las preferencias de los alimentos. Se sugiere también como apropiado representar las consecuencias de la calidad del producto relacionado con la IyD, aunque existen algunos debates acerca de la validez teórica de esta presunción (Alston, Norton y Pardey 1995: 234-245).

## 6. EVALUACION DE LA IyD Y EL PAPEL DEL SOFTWARE

Ningún *software* puede transformar las metas y objetivos institucionales en un conjunto de temas de la IyD del mundo real, ni construir escenarios con opciones alternativas de inversión en IyD. Tampoco puede un paquete de evaluación asegurar que la información generada por un ejercicio de evaluación se incorporará apropiadamente en el proceso de la toma de decisiones en la inversión. El uso de *software* sólo tiene relevancia como un componente de un proceso de evaluación estructurado de la investigación. Conviene dar una prioridad alta a la institucionalización de ese proceso. En este compromiso la administración tiene un papel esencial. Esto significa que la evaluación debe jugar un papel importante y transparente en la asignación de recursos, y que existe una preocupación continua de supervisar y mejorar la calidad del proceso de evaluación en sí mismo.



**Figura 3. Comparación de la representación estilizada del impacto del IyD en los mercados.**  
**Fuente:** Elaborada por el autor.

La evaluación de la investigación, particularmente a nivel estratégico, es intensiva en datos. Aparte de la necesidad establecida para datos técnicos (de IyD) y de mercado en forma desagregada, hay una preocupación creciente sobre los impactos de la IyD en los recursos naturales. Estas preocupaciones en los recursos naturales han generado demandas adicionales para que los datos referenciados espacialmente mediante sistemas de información geográfica (SIG) se incorporen al proceso de evaluación. Esto da lugar a un rango diverso de habilidades disciplinarias que se deben llevar a cabo para sustentar la tarea de evaluación. Por ejemplo: en el proyecto Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe, que se lleva a cabo por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se

trabajó colaborativamente para generar un conjunto de datos sistematizados y modelos analíticos que apoyaran la evaluación de la investigación estratégica en un nivel regional. Un equipo de cuatro personas (que incluye un analista de la investigación y tres especialistas auxiliares en economía, SIG y de desarrollo de sistemas de computación) contribuye con un esfuerzo total de 6 a 7 años persona simplemente para generar esta base de la información. Mantener, mejorar e integrar cada vez más esa información en el proceso de la toma de decisiones requerirá un compromiso continuo, aunque menos intensivo.

El *software* ofrece el potencial para integrar una gran cantidad y una amplia diversidad de datos, procesarlos rápidamente de una manera analítica robusta y consistente, y entregar los resultados en un rango de formatos y medios. El *software* de evaluación de la IyD, bien diseñado, puede aumentar considerablemente la accesibilidad de métodos analíticos sofisticados y comprobables y fácilmente manejables. Este, a cambio, puede ayudar a sistematizar, acelerar y reducir los costos de evaluación, como también a entregar un rango comprensivo de información más oportuna para la toma de decisiones de la inversión en la IyD. En un número significativo de casos no es ilógico esperar que la evaluación asistida por *software* podría ser más comprensiva y rigurosa. Además, podría ayudar a enfocar la atención de un analista a las actividades más críticas y a la especificación de los datos e interpretación de los resultados.

Sin embargo, la aceptación y utilización efectiva del *software* de evaluación por los analistas son también asuntos que necesitan ser manejados. Como con cualquier nueva tecnología, su adopción se asegurará sólo si su uso provee beneficios significativos.<sup>5</sup> En este aspecto los retos continuos son:

- Articular los beneficios potenciales de la evaluación de la IyD de manera más estructurada y cuantitativa.
- Llevar esos beneficios a la comunidad de analistas y de quienes formulan la política de la IyD nacional e internacional.

No obstante, una crítica con respecto a una mayor accesibilidad de paquetes sofisticados de evaluación de la IyD es la posibilidad de que los analistas no comprendan totalmente los análisis emprendidos, ni aprecien las presunciones y limitaciones prácticas de los modelos y métodos reunidos en el *software*. Esta es una preocupación válida que debe manejarse mediante una mejor documentación, guías didácticas, estudios de caso, instrucción y otras formas de apoyo profesional. El *software* bien diseñado, que guía a los usuarios a hacer las cosas correctamente y que los supervisa cuando hacen las cosas mal, también ayuda. Sin embargo, éste es un problema que no ha impedido, por ejemplo, la aplicación exitosa del complejo diseño asistido por computadora (CAD) y otro *software* cuantitativo científico y de ingeniería.

---

5 Un incentivo particularmente fuerte para usar tal *software* está surgiendo en Australia, donde varias corporaciones para el desarrollo de la investigación requieren ahora su uso como parte de una propuesta del proyecto estandarizado y del proceso de selección. La renuencia o inhabilidad para hacer uso del *software* de evaluación en tales casos desconoce el acceso potencial a estas, cada vez más importantes, fuentes de financiación de la IyD.

## 7. COMENTARIOS FINALES

Un esquema de caracterización ha sido desarrollado y aplicado a varios paquetes diseñados para el análisis costo-beneficio de la IyD agrícola. El marco estratégico integra la estimación de los beneficios potenciales de la IyD, dada su habilidad para seguir explícitamente los cambios en los precios de equilibrio y de cantidades surgidas por los cambios en la oferta inducidos por la IyD. Los modelos de evaluación de proyectos no tienen tales pretensiones; requieren que los usuarios provean sus propias estimaciones de beneficios potenciales como entradas de datos al *software*. Ambos paquetes, estratégicos y de proyectos, modelan entonces la traducción de los beneficios potenciales (estática comparativa) en un flujo de beneficios realizados a través de los perfiles de adopción estilizados. Las series temporales resultantes de beneficios realizados se yuxtapusieron entonces contra una serie correspondiente de costos de investigación y, posiblemente, de costos de extensión. De estos datos se calcula un rango de indicadores de la rentabilidad de la inversión.

Un asunto claro es la propiedad de la estimación endógena *versus* la exógena de los efectos potenciales de la IyD. El enfoque endógeno demanda más datos y requiere que los efectos de la IyD se aproximen en las formas funcionales específicas de las curvas de la oferta y la demanda como también en los mecanismos del desplazamiento específico tecnológico presentes en cada paquete. Estas estructuras de modelo no siempre son apropiadas, y pueden incluso ser engañosas. Sin embargo, son por lo menos explícitas, sistemáticas y proveen un marco estructurado para crear parámetros e intentar cuantificar los beneficios probables de la IyD. El enfoque exógeno no tiene restricción sobre la complejidad, simplicidad, exactitud (o inexactitud) de las estimaciones estáticas comparativas de los beneficios potenciales de la IyD. Se puede usar sabiamente esta libertad o no. Por lo demás, presenta dificultades significativas para los usuarios de los resultados de la evaluación en la IyD, ya que la estimación de los beneficios probables es el aspecto más crítico, difícil, incierto y polémico de un ejercicio de evaluación. Si se estiman exógenamente los beneficios, entonces, como mínimo, el proceso de estimación debe documentarse bien.

Nuestro objetivo al escribir este informe no ha sido juzgar si un paquete es mejor que otro, si bien nosotros intentamos proveer información suficiente para ayudar a los analistas de IyD a hacer tales inferencias, con respecto a sus propias necesidades de evaluación. Nos hemos enfocado en describir y categorizar los atributos que distinguen el *software* basado en ACB para la evaluación en la IyD. Valdría la pena continuar refinando este esquema de caracterización como medio más riguroso de comparación del *software* de evaluación y unirlo con otro esquema utilizado para describir las técnicas de la evaluación de la IyD en general. Este sería ciertamente útil para racionalizar las diferencias sistemáticas entre los resultados de la evaluación, y para identificar los métodos apropiados antes de comenzar nuevos estudios.

Una importante conclusión preliminar es que, a pesar de la existencia de dos grupos distintos de *software*, ambos se delinear desde un marco económico común subyacente, aunque hay actualmente diferencias substanciales en la manera en que este marco común es puesto en operación. En algunos aspectos los paquetes de evaluación de proyectos se pueden ver como una forma reducida o versión corta de los paquetes de evaluación estratégica. Podría ganarse mucho, si se buscan soluciones integradas de *software* para llenar esta brecha. Parece valer la pena seguir la noción de que uno podría desarrollar una formulación más flexible que pudiera ser explícitamente restringida, para coincidir el propósito del análisis o de las limitaciones de los datos. Una gran ventaja sería que se usara un marco consecuente en términos analítica y de datos a cualquier nivel de IyD o de agregación del mercado.

Continuamos buscando lecciones aprendidas del diseño y aplicación del *software* de evaluación de la investigación, y de situar a cada paquete claramente en su contexto conceptual. Esto debe ayudarnos a mejorar y a acelerar el desarrollo más amplio de herramientas de la evaluación, mejorar el conocimiento del analista, de su valor y limitaciones potenciales, y de fomentar sus usos productivos. La meta última, sin embargo, no es simplemente mejorar la eficiencia del proceso de evaluación, sino también generar información más oportuna y relevante, para mejorar la efectividad en la toma de decisiones de la inversión en la IyD.

## BIBLIOGRAFIA

- Alston, J.M., Norton, G.; Pardey, P.G. 1995. Science under scarcity: principles and practices for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell, EE.UU., Cornell University Press
- Anthony, G.; Culpitt, R.A. 1995. An appraisal of ex ante project analysis templates by Australian research and development corporations. **In** Research Evaluation Forum. University of Western Australia..
- Brennan, J.P.; Davis, J.S. 1996. Economic evaluation of agricultural research in Australia and New Zealand. Monograph no. 39. Canberra, Australia, ACIAR.
- Cruz, E.R. Da; Dias Avila, A.F. 1993. EVALTEC-Version 1.0. Manual del Software. San José, C.R., IICA.
- Davis, J. S. 1994. Desegregation rather than mathematical manipulation for incorporating research impacts on supply. Working Paper Series no.3. Canberra, Australia, ACIAR.
- \_\_\_\_\_; Oram, P.A.; Ryan, J.G. 1987. Assessment of agricultural research priorities: an international perspective. Canberra, Australia, ACIAR-IFPRI.
- \_\_\_\_\_; Donnelly, C.; Eveleens, W.; Pardey, P.G. 1990. Research evaluation program: Version 4 (RE4): Modified User Guide. La Haya, Holanda. ACIAR/ISNAR Project Paper.
- Evenson, R.E. 1992. Notes on the measurement of the economic consequences of agricultural research investment. **In** Assessing the impact of international agricultural research for sustainable development. Ed. por D.R. Lee, S. Kearn y N. Uphoff. Ithaca, N.Y., EE.UU., Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development.
- Lynam, J.K.; Jones, P. 1984. Benefits of technical change as measured by supply shifts: an integration of theory and practice. Cali, Col., CIAT.
- Lindner R.K.; Jarrett, F.G. 1978. Supply shifts and the size of research benefits. American Journal of Agricultural Economics. Feb. 1978:49-58.
- Medina Castro, H.; Wood, S.R. (Eds). 1996. Actualización en metodologías y aplicaciones de prioridades de investigación agropecuaria. Memoria IBP2. San José, C.R., IICA.
- Norton, G.W. 1993. Scoring methods. **In** Monitoring and evaluating agricultural research: a sourcebook. Ed. por D. Horton, P.G. Ballantyne, W. Peterson, B. Uribe, D. Gaspasin y K. Sheridan. Wallingford, U.K., CAB International.
- Norton, G.W.; Davis, J.S. 1981. Evaluating returns to agricultural research: a review. American journal of Agricultural Economics 63(4):683-99.
- Norton, G.W.; Pardey, P.G. 1987. Priority setting mechanisms for national agricultural research systems: present experience and future needs. Working Paper No. 7. The Hague, Netherlands, ISNAR.

- Rivas, L.; García, J.; Seré, C.; Jarvis, L.S.; Sanint, L.R. 1992. MODEXC: Modelo de análisis de excedentes económicos. Documento de Trabajo no.107. Cali, Col., CIAT.
- Rose, R.N. 1980. Supply shift and research benefits: comment. *American Journal of Agricultural Economics* 62: 834-837.
- Sanint, L. 1992. New rice technologies for Latin America: social benefits, past reminiscences, and issues for the future. *Trends in CIAT Commodities 1992*. Working Document 111. Cali, Col., CIAT.
- Sanint, L.; Wood, S.R. 1996. Impact of rice research in Latin America and the Caribbean during the past three decades. **In** Conferencia del IRRI sobre el Impacto de la Investigación del Arroz. (1996, Bangkok, Tailandia). Bangkok, Tailandia, IRRI.
- Voon J.P.; Edwards, G.W. 1991. The calculation of research benefits with linear and nonlinear specifications of demand and supply functions. *American Journal of Agricultural Economics*. May 1991:415-420.
- Wilson, T.D. 1996. Software developments for economic evaluation of research. **In** Economic evaluation of agricultural research in Australia and New Zealand. Ed. por J.P.Brennan y J.S. Davis. Monograph no. 39. Canberra, Australia, ACIAR.
- Wood, S. 1992. Ex ante economic surplus methods for research evaluation and priority setting: some empirical analyses in the Indonesian food crop sector. Bogor, Indonesia, Centre for Agro-Socioeconomic Research.
- Wood, S.; Wood-Sichra, U. 1995. Dream Version 1: User Manual. La Haya, Holanda, ISNAR.