

SEMINARIO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MECANISMOS DE  
EVALUACION EN INSTITUCIONES DE INVESTIGACION AGRARIA

Paipa, Colombia, 28 de agosto al 3 de septiembre de 1988

MÉTODOS E INDICADORES DE EVALUACION DEL IMPACTO  
SOCIOECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRARIA:  
EXPERIENCIA BRASILEÑA CON ENFASIS EN EMBRAPA

Antonio Flavio Dias Avila

DOCUMENTO : CASOS 5.5

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO -ICA-  
PROGRAMA COLOMBIANO EN ADMINISTRACION DE LA INVESTIGACION -PROCADI-  
CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO -CIID-  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA -IICA-  
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION -FAO-

*EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO - SEP  
COORDENADORIA DE ESTUDOS E PLANEJAMENTO - CPL*

*METODOS E INDICADORES DE EVALUACION DEL IMPACTO  
SOCIOECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRARIA:  
EXPERIENCIA BRASILEÑA CON ENFASIS EN EMBRAPA*

*Antonio Flavio Dias Avila*

*Documento preparado para el "Seminario Latinoamericano sobre mecanismos de evaluación en instituciones de investigación agraria", a realizarse en Paipa, Colombia, del 28 de agosto al 2 de septiembre de 1988.*

## CONTENIDO

		Página
1.	RESUMEN	i
2.	INTRODUCCION	1
3.	EXPERIENCIAS EXTERNAS AL SISTEMA DE EVALUACION DE EMBRAPA	3
2.1.	USO DEL CONCEPTO DE EXCEDENTE ECONOMICO	3
2.2.	USO DE LA FUNCION DE MAXIMIZACION DEL INGRESO NETO	10
2.3.	USO DE LA FUNCION DE PRODUCTIVIDAD TOTAL	11
2.4.	OTROS METODOS E INDICADORES DE IMPACTO	12
3.	EVALUACION DEL IMPACTO SOCIOECO- NOMICO DE LA INVESTIGACION DE EMBRAPA	13
3.1.	METODOS E INDICADORES UTILIZADOS	14
3.2.	EVALUACIONES AGREGADAS Y POR CENTRO DE INVESTIGACION	16
3.3.	EVALUACIONES DE IMPACTO DE LOS PROYECTOS DE INVERSION CON EL BANCO MUNDIAL Y EL BID	19
3.4.	ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS BENEFICIOS DE LA INVESTIGA- CION	24
4.	CONCLUSIONES	27
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	29

## RESUMEN

Los estudios de evaluación del impacto socioeconómico de las inversiones realizadas en investigación agropecuaria se iniciaron a finales de la década del 50 con el trabajo de Griliches (1958) sobre investigación en maíz híbrido en los Estados Unidos. Este tipo de estudios se difundió en las décadas siguientes a otras partes del mundo, incluso a América Latina.

En el presente trabajo se muestra la experiencia de Brasil en evaluación de impacto de la investigación agropecuaria con énfasis en EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Esta institución se ha caracterizado últimamente por ser la que más invierte en la realización de estudios de evaluación de la investigación en América Latina.

En la primera parte del trabajo se presentan las experiencias externas al sistema de evaluación de EMBRAPA, las cuales se caracterizan por tratarse, en general, de tesis de maestría o doctorado realizados tanto en el país, como en el exterior. Estas evaluaciones en su mayoría utilizaron el concepto de excedente económico de Marshall.

Los estudios de evaluación de impacto de las actividades de investigación de EMBRAPA se iniciaron al final de la década del 70 y en la primera parte de los años 80, con algunas estimaciones de los beneficios potenciales de los resultados generados por esta institución. El esfuerzo de evaluación de la eficiencia propiamente dicho, es decir la estimación de las tasas de retorno de las inversiones realizadas comenzó efectivamente en 1982 con la primera evaluación agregada y del capital físico de EMBRAPA. Después de esta primera evaluación de eficiencia se desarrollaron una serie de evaluaciones dentro de las cuales se destacan: a) evaluación del impacto socioeconómico del programa de capacitación de personal (post-grado y capacitación continuada); b) evaluación de la eficiencia de los proyectos de inversión con el BID y el Banco Mundial; c) evaluación de la rentabilidad de los centros de investigación de trigo y de soya; d) análisis de la distribución de los beneficios de la investigación (equidad); e) análisis de los impactos regionales de la investigación de EMBRAPA y, finalmente f) reevaluación de los impactos sociales y económicos de la investigación a nivel agregado, la cual se finalizó en abril de 1988.

En la última parte del trabajo se destacan algunas características especiales que presenta el sistema de evaluación de EMBRAPA, dentro de las cuales se resaltan las siguientes:

- a) el sistema tiene una estructura permanente e involucra el análisis de los diversos factores influyentes en los procesos de generación, transferencia y adopción tecnológica;
- b) el sistema contempla la participación de universidades y de otras instituciones nacionales y extranjeras en la realización de los diferentes estudios previstos; y, c) el sistema está estrechamente ligado a las acciones de planeación de la institución, lo cual ha facilitado la utilización de sus resultados en la captación de nuevos recursos y en la retroalimentación ("feed-back") de las propias actividades de investigación al interior de EMBRAPA.

*METODOS E INDICADORES DE EVALUACION DEL IMPACTO  
SOCIOECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRARIA: EXPERIENCIA  
BRASILEÑA CON ENFASIS EN EMBRAPA*

*1. INTRODUCCION*

A pesar del creciente reconocimiento de la importancia del papel de la investigación agropecuaria en el desarrollo del sector agrícola, en el incremento y estabilidad de la producción de alimentos, en la generación de excedentes exportables, en la mejoría de las condiciones alimentarias y de bienestar de la población rural y urbana y en el desarrollo de la economía nacional, en general; las instituciones de investigación agropecuaria de América Latina se encuentran actualmente en situaciones bastante críticas. Son enormes las dificultades presupuestales, las plantas de personal son insuficientes y de bajos niveles de capacitación, la infraestructura de investigación (laboratorios, equipos, vehículos, etc.) es bastante deficiente, los salarios son bajos aún en los casos de profesionales con cursos de post-grado, entre otros problemas que enfrentan las instituciones de investigación.

Esta situación, desafortunadamente es más grave cuando se analiza el entorno donde están ubicadas tales instituciones, ó sea, el sector público latinoamericano con sus graves ineficiencias administrativas y dificultades en cuanto a la financiación de los diversos programas sociales del gobierno en las áreas de salud, educación, transporte y urbanización, desarrollo rural, etc., además de la permanente obligación del pago de su enorme deuda interna y externa. La competencia de la investigación agropecuaria por recursos financieros en estas condiciones se vuelve aún más difícil, cuando se verifica que sus "productos" solo causan impacto en el mediano y largo plazo, es decir, en los gobiernos posteriores a aquellos que han hecho las inversiones.

Sin embargo, a pesar de las dificultades, algunos países latinoamericanos sensibles a la importancia de la investigación agropecuaria en su desarrollo económico y social, buscaron fuentes alternativas de financiación para tal actividad. Además del incremento de los recursos propios y de la celebración de convenios y acuerdos con instituciones financieras nacionales para el fortalecimiento de determinados programas de investigación, se negociaron préstamos con el Banco Mundial (BIRF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La alternativa de utilización de recursos externos para la financiación de la investigación agropecuaria fue algo novedoso en la cartera de proyectos de inversión de los países latinoamericanos con el BIRF y el BID, hasta entonces casi exclusiva de proyectos de infraestructura (construcción de hidroeléctricas y carreteras, implantación de servicios de acueducto y alcantarillado, instalaciones de industrias, etc.).

A medida que los recursos públicos se hicieron cada vez más escasos en América Latina, los Gobiernos y las sociedades de esta región pasaron a exigir una mayor eficiencia en el uso de estos recursos. Esta exigencia obligó a las instituciones públicas y en particular aquellas dedicadas a la investigación a promover periódicamente estudios de evaluación de impacto de sus actividades. En el caso de los préstamos internacionales, las evaluaciones de impacto se constituyeron en obligaciones contractuales, tal como venía ocurriendo con todos los demás proyectos de inversión negociados con tales instituciones financieras.

El esfuerzo de evaluación del impacto socioeconómico de la investigación agropecuaria empezó efectivamente a finales de la década del 50 con el estudio de Griliches (1958) sobre investigación en maíz híbrido en los Estados Unidos. Este esfuerzo se difundió en las décadas siguientes a otras partes del mundo, incluso en América Latina. Salvo escasas excepciones, las diferentes evaluaciones realizadas mostraron que invertir en actividades de investigación era un buen negocio para la sociedad comparado con otras alternativas de inversión.

Vale la pena resaltar que el proceso de evaluación de impacto de la investigación no es una tarea simple. Hay una serie de características de la investigación que hacen que el proceso de cuantificación de los costos y sobretodo de los beneficios, sea algo muy complejo. Los diversos estudios realizados han mostrado que no es posible

cuantificar todos los "productos" de la investigación en términos económicos, así como también se ha verificado que es cada vez más subjetivo determinar la participación de las diversas instituciones de investigación y de enseñanza en el proceso de generación tecnológica. Dadas estas características, los riesgos de subestimación ó de sobreestimación del impacto son muy grandes.

La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria, EMBRAPA, se ha caracterizado ultimamente como la institución de América Latina que más invierte en estudios de evaluación del impacto socioeconómico de la investigación. En este trabajo se pretende mostrar la experiencia brasileña, y en especial la de EMBRAPA, resaltando no solo los diversos métodos e indicadores utilizados y sus resultados, sino también sus principales características, las cuales hicieron que la evaluación de impacto se convirtiera en una actividad permanente en esta institución.

## 2. EXPERIENCIAS EXTERNAS AL SISTEMA DE EVALUACION DE EMBRAPA

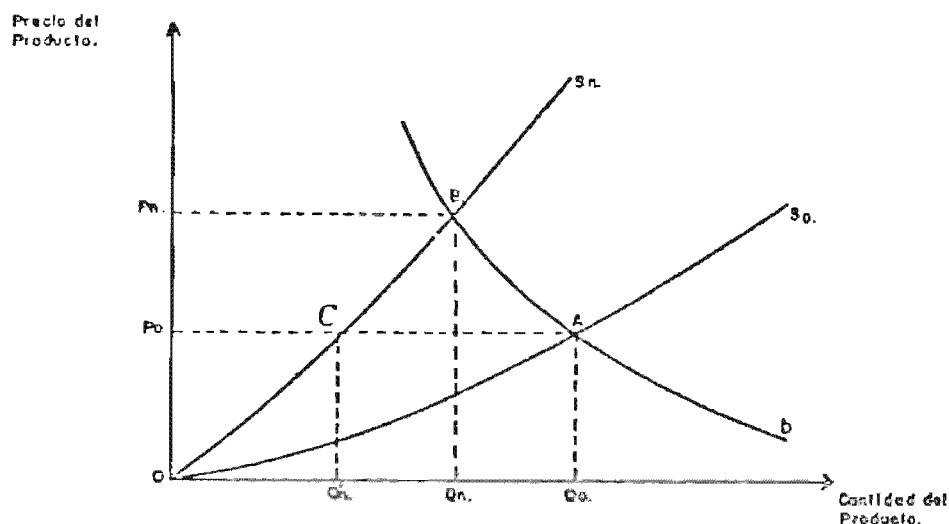
La mayoría de los trabajos desarrollados en Brasil, sobre evaluación del impacto de la investigación, desvinculados del sistema de evaluación de EMBRAPA, resultaron de cursos de post-grado realizados tanto en el país, como en el exterior (fundamentalmente Estados Unidos, Francia e Inglaterra). A continuación se presenta una síntesis de las principales evaluaciones realizadas, clasificadas de acuerdo con los métodos empleados (concepto del excedente económico, función de maximización del ingreso neto, función de productividad total y otros).

### 2.1. USO DEL CONCEPTO DE EXCEDENTE ECONOMICO.

El concepto del excedente económico de Marshall y sus derivaciones ha sido utilizado en la mayoría de los trabajos de evaluación de la investigación agropecuaria brasileña. A través de este método se calcula el beneficio económico usando los coeficientes de elasticidad-precio del producto evaluado, la tasa de desplazamiento ( $k$ ) de la curva de oferta como resultado de la adopción de



innovaciones tecnológicas, los precios y las cantidades ofrecidas. La estimación del excedente económico es realizada calculando las áreas ABC, ACO, BPn POC y ACQ'n Qo en la Figura 1\*.



**FIGURA 1.** Efectos de la adopción de innovaciones tecnológicas sobre la oferta y la demanda de determinado producto agrícola.

Los siguientes son los principales trabajos realizados con el uso de dicho método:

a) *Evaluación de la investigación en algodón.*

El trabajo de Ayer y Schuh (1972) fue el pionero en Brasil. En este trabajo los autores estimaron los impactos económicos de la investigación en algodón en el Estado de Sao Paulo en el período 1924-85.

\* Las fórmulas utilizadas en el cálculo de estas áreas se pueden encontrar en Hayami y Akino (1977).

El desplazamiento ( $K$ ) de la curva de oferta como resultado de la adopción de innovaciones en el cultivo del algodón fue determinado por la diferencia de rendimiento de fibra entre variedades tradicionales y mejoradas y la proporción del área sembrada con cada variedad en Sao Paulo.

La tasa interna de retorno estimada fue del 89%, pero con el análisis de sensibilidad realizado esta tasa varió entre el 77 y el 110%, según las diversas hipótesis utilizadas en cuanto a los valores de  $K$  y los coeficientes de elasticidad de oferta y de demanda.

#### b) Evaluación de la investigación en cacao

Monteiro (1975) evaluó la investigación y la asistencia técnica en cacao, desarrollada en Brasil por la Comisión Ejecutiva para la Recuperación del Cultivo del Cacao, CEPLAC.

En el proceso de estimación de los beneficios el autor calculó la tasa de desplazamiento de curva de oferta ( $K$ ) tomando como base las diferencias porcentuales anuales de rendimiento entre los cultivos de cacao modernos y tradicionales.

El autor analizó los períodos 1923-74 y 1923-85, proyectando en el segundo período los últimos diez años de acuerdo con la situación observada en 1974 y algunas proyecciones disponibles para el año de 1975. Las tasas de retorno obtenidas por Monteiro, para el primer período variaron entre el 16 y el 20%. Por otro lado, considerando solo el período de existencia de CEPLAC (1958-74 y 1958-85), el autor obtuvo tasas de retorno que oscilaban entre el 60 y el 79% según las diversas hipótesis en cuanto a los coeficientes de elasticidad de oferta y de demanda.

Monteiro en 1985 reevaluó los retornos de las inversiones en investigación y asistencia técnica de CEPLAC utilizando el método descrito. Al respecto encontró una tasa de retorno del 57%.

c) *Evaluación de la investigación en café*

Las inversiones en investigación y asistencia técnica en café fueron evaluadas por Fonseca (1976) para el Estado de Sao Paulo.

En el cálculo del valor del desplazamiento de la curva de oferta ( $K$ ), la autora utilizó los datos de rendimiento de las principales variedades cultivadas en Sao Paulo, desarrolladas por el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) y, el porcentaje anual de cada una de estas variedades en la población cafetera de Sao Paulo.

Fonseca desarrolló la evaluación para el período 1933-95, proyectando los últimos veinte años con base en los datos observados en el período 1971-75. En esta evaluación la autora estimó las tasas de retorno de las inversiones en investigación y, de las inversiones en investigación y asistencia técnica. Las tasas de retorno obtenidas estaban entre el 23 y el 26% para el caso de la investigación y entre el 17 y el 22% al considerar también los gastos en asistencia técnica, de acuerdo con las hipótesis usadas en cuanto a las elasticidades.

Es bueno resaltar que en la estimación de la tasa interna de retorno Fonseca ha utilizado un desfase de 11 (once) años entre las inversiones y la obtención de los primeros beneficios. Este desfase fue usado porque el café es un cultivo permanente y por lo tanto exige más tiempo la generación de beneficios provenientes de la investigación.

d) *Evaluación de la investigación en cítricos*

Moricochi (1981) evaluó el impacto de la investigación y de la asistencia técnica en cítricos en el Estado de Sao Paulo, en el período 1935-85. Las proyecciones de costos y beneficios hasta 1985 se hicieron con base en los datos observados en 1978.

El autor estimó tasas internas de retorno considerando varias hipótesis de acuerdo con los valores de  $K$  (estimados entre el 40 y el 50%) y los coeficientes de elasticidad de oferta y demanda de cítricos. Los resultados obtenidos estaban entre el 18% y el 28%.

Es importante resaltar que en su evaluación el autor estimó los valores de  $K$  (desplazamiento de la curva de oferta como resultado de la adopción de innovaciones tecnológicas) a través de consultas a investigadores, profesores y técnicos expertos en cítricos. El autor explica que el uso de este método para el cálculo de  $K$ , a pesar de tener una cierta dosis de subjetividad, tiene la ventaja de captar los beneficios no solo a nivel de las variedades, sino también de otros esfuerzos de la investigación como fertilización, distancias de siembra, uso de plaguicidas, etc.

e. *Evaluación de la investigación en arroz de riego.*

Avila (1981) evaluó el impacto de la investigación desarrollada por el Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA), en el Estado do Rio Grande do Sul. El autor evaluó la investigación en el período 1959-78 y consideró un desfase de 6 (seis) años entre el inicio de las inversiones y la obtención de los primeros beneficios.

Avila evaluó el impacto de la investigación del IRGA y de la investigación junto con la asistencia técnica a nivel del Estado y de cada una de las cuatro principales regiones productoras (Centro, Litoral Norte, Litoral Sul y Campanha).

Los resultados obtenidos mostraron tasas de retorno que variaban entre el 87 y el 119% en el caso de la investigación y entre el 83 y el 114%, cuando se tomaron los gastos de investigación con los de asistencia técnica.

f. *Evaluación de la investigación en caña de azúcar.*

Los retornos de las inversiones en investigación en caña de azúcar fueron evaluados por Pinazza et.al. (1984), tomando como base la introducción de la variedad NA56-79 en el Estado de Sao Paulo.

La variedad NA56-79 proveniente de Argentina (Estación Experimental de Tucuman) fue adoptada como variedad patron en el Programa de Mejoramiento del PLANALSUCAR a partir del año 1972. Esta variedad se destacó por su

elevado rendimiento agrícola e industrial y su alta precocidad, lo que facilitó su difusión. Es importante registrar que en 1981 esta variedad estaba sembrada en 532.000 hectáreas, el 39,5% del área total del cultivo de caña de azúcar en Sao Paulo.

Para la evaluación de los retornos Pinaza et. al. tomaron los costos de la investigación en caña de azúcar en la Regional sur del PLANALSUCAR en el período 1972-82 y no solamente los costos en el Estado de Sao Paulo. Esta sobreestimación de los costos fue utilizada con el objetivo de compensar la no inclusión de los costos de la investigación en Argentina para obtener la variedad NA56-79.

En la estimación de los beneficios, los autores consideraron un desfase de 3 (tres) años entre la liberación de la variedad y la obtención de resultados económicos, es decir tomaron el período 1975-82. Los beneficios fueron calculados usando la siguiente expresión:

$$B_t = A_{t-1} \times F_n \times QE \times F_p \times ML \times PA$$

Donde:

$B_t$  = Beneficios generados por la introducción de la variedad NA56-79, en el año t;

$A_{t-1}$  = Área sembrada con la variedad NA56-79 en el año anterior, en hectáreas.

$F_n$  = Factor de corrección que tiene en cuenta el hecho de que parte del área sembrada en el año anterior sería ocupada por la variedad CB41-76, en ausencia de la variedad NA56-79 ( $F_n=0.75$ );

$QE$  = Cantidad producida de la variedad NA56-79;

$F_p$  = Factor de corrección que considera las pérdidas industriales, en kilos de azúcar ( $F_p = 0.85$ );

$ML$  = Margen de ingreso neto del azúcar; y,

$PA$  = Precio de un kilo de azúcar cristal standar ( $PA = Cr \$45,02$ ).

Calculado el flujo de beneficios económicos netos (tomando como referencia la variedad NA56-79), los autores estimaron la tasa interna de retorno de las inversiones en investigación en caña de azúcar en Brasil. El resultado mostró una tasa de retorno de 35.1%, lo cual significa que dicha investigación fue altamente rentable para la sociedad brasileña.

g) *Evaluación de la investigación en soya.*

Ayres (1985) evaluó los retornos de las inversiones en investigación de soya en Brasil y para los Estados de Panamá, Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Sao Paulo en el período 1955-83.

Para el cálculo de la tasa de desplazamiento ( $K$ ) de la curva de oferta Ayres utilizó el modelo econométrico desarrollado por Evenson (1968) donde "gastos con investigación" es usada como variable exógena al modelo. En este modelo la variable "gastos con investigación" se utiliza como "stock", es decir, se toma la suma de los gastos con investigación en un intervalo dado de tiempo, el cual es definido como el período de desfase entre la generación y la adopción máxima de la tecnología.

Estimando las ecuaciones de oferta y rendimiento de soya el autor obtuvo los valores de las elasticidades de investigación, lo cual le permitió calcular las tasas de desplazamiento ( $K$ ).

Los beneficios económicos de la investigación de soya fueron estimados usando las fórmulas propuestas por Hayani y Akino (1977) para el cálculo del excedente económico, también utilizados por algunos de los autores brasileños discutidos en los items anteriores.

Para el cálculo de los costos de la investigación en soya el autor se basó en: el número anual de investigadores que han trabajado con este producto desde 1952 en Brasil y en los cuatro estados analizados; los salarios medios pagados por EMBRAPA en el período 1974-82 y, los gastos medios de los proyectos de investigación desarrollados por EMBRAPA en el cultivo de soya.

Una vez obtenidos los costos y beneficios, el autor estimó diferentes tasas internas de retorno según las diversas hipótesis utilizadas en cuanto a: desfase entre la generación y la adopción tecnológica máxima; coeficientes de elasticidad-precio de la oferta y de la demanda de soya y, tasa de desplazamiento de la oferta. Para el caso del país las tasas se situaron entre el 37 y el 56%.

## 2.2. USO DE LA FUNCION DE MAXIMIZACION DEL INGRESO NETO.

Evenson (1982) analizó el impacto de la investigación agropecuaria en Brasil en el período anterior a la creación de EMBRAPA. Para lograr dicho objetivo utilizó una metodología basada en la teoría de dualidad de la maximización del ingreso neto, la cual permite la derivación de un sistema de ecuaciones de oferta de productos y de demanda de factores.

Este método supone en primer lugar, que la propiedad agrícola es técnicamente eficiente y que convierte un vector de factores variables de producción ( $X$ ) en un vector de productos múltiples ( $Y$ ), con la presencia de factores fijos de producción ( $F$ ) y de factores públicos ( $Z$ ), de acuerdo con la siguiente función:

$$f(Y, X, F, Z) = 0 \quad (1)$$

En segundo lugar la propiedad agrícola maximiza ingresos netos variables definidos de la siguiente manera:

$$\hat{\Pi} = PY - WX \quad (2)$$

donde:

$\hat{\Pi}$  = Función ingreso neto;

$P$  = Vector de precios de los productos; y,

$W$  = Vector de precios de los factores.

En tercer lugar, observando las condiciones de primer orden para la maximización del ingreso neto, substituyen  $Y$  y  $X$  en la ecuación (2), obteniendo la ecuación (3) que es equivalente a (1).

$$\pi^* = (P, W, F, Z) \quad (3)$$

En esta ecuación el ingreso neto es maximizado como función de los precios de los insumos y productos, de factores fijos y de factores públicos, los cuales son variables exógenas al productor individual. Evenson derivó tal ecuación para obtener un sistema de ecuaciones que permitan su estimación empírica. A partir del sistema de ecuaciones el autor estimó una ecuación de oferta agrícola agregada, utilizando los gastos con fertilizante, mantenimiento de maquinaria, mano de obra, tracción animal y combustibles como factores variables; el valor de la tierra, la intensidad de riego y el "stock" de capital como factores fijos y; el valor del crédito y los gastos con investigación como factores públicos.

A partir del coeficiente de la variable "gastos con investigación" Evenson calculó el producto marginal de la investigación y a continuación estimó la tasa interna de retorno de las inversiones en investigación. La tasa de retorno encontrada fue del 69%.

### 2.3. USO DE LA FUNCION DE PRODUCTIVIDAD TOTAL

Silva (1984) analizó la contribución de la investigación para el incremento de la productividad de la agricultura en el Estado de Sao Paulo utilizando el modelo desarrollado por Evenson y Kislev (1973). Este modelo en su formulación empírica puede ser expresado de la siguiente manera:

$$PT_t = f(L). (P_t, E_t, G_t, D_t)$$

donde:



- PT* = Índice de productividad total;
- L* = Simboliza la estructura de desfases entre la generación y la difusión tecnológica;
- P* = Gastos en investigación agraria;
- E* = Gastos en asistencia técnica;
- G* = Presencia de heladas severas (variable "dummy");  
y
- D* = Deficiencia hídrica, medida a través del método del balance hídrico.

Esta expresión fue estimada por Silva para tres diferentes desfases (10, 15 y 20 años) y se obtuvo el producto marginal de la investigación en Sao Paulo. El producto marginal de la investigación fue de Cr\$60 para un desfase de 10 años, de Cr\$76 para 15 años y de Cr\$ 102 para 20 años. Los resultados indican que, la sociedad de Sao Paulo se beneficiaría con un retorno de 76 cruzeiros por cada cruzeiro adicional invertido durante el horizonte de investigación considerado, en el caso de 15 años. Estos resultados se pueden comparar con aquellos obtenidos en evaluaciones similares desarrolladas en otros países.

#### 2.4. OTROS METODOS E INDICADORES DE IMPACTO

Además de los tradicionales análisis de impacto de la investigación basados en el uso del concepto del excedente económico y de las evaluaciones que utilizaron funciones de maximización del ingreso neto y de productividad total, se evaluó la investigación en Brasil mediante el número de publicaciones y las materias que cubren.

Silva et. al. (1980) constataron que el esfuerzo de investigación agraria en Sao Paulo, cuando se media a través del número de artículos científicos publicados, mostraba una clara predominancia de los productos de exportación al inicio del periodo de análisis (el 71% en 1927-29). Esta participación de los productos exportables en el volumen de publicaciones, sin embargo, bajó al final de la década del 70 hasta cerca del 44%.

En el mismo trabajo, los autores observaron que existía una estrecha relación entre el volumen de investigación y los incrementos de rendimiento observados en el Estado de Sao Paulo, a nivel de cada uno de los productos de exportación y alimentos analizados.

Homen de Melo (1980) analizó a nivel de Brasil y de los principales estados productores, el impacto de la investigación sobre los incrementos de la productividad de trece productos agrícolas en el período 1940-76. En su análisis el autor comparó las diferentes tasas de crecimiento de los rendimientos con el desarrollo tecnológico de los trece productos seleccionados, especialmente a nivel de la generación de nuevas variedades.

Homem de Melo mostró que la investigación contribuyó efectivamente al incremento de la productividad de la tierra. Sin embargo verificó que este impacto de la investigación fue bastante desigual tanto de un producto para otro, como a lo largo de las cuatro décadas analizadas. Constató, por ejemplo que hubo más énfasis en la investigación a nivel de los productos de exportación que en los productos alimenticios, lo que explicaba en gran parte el que no se hubieran registrado incrementos importantes en los rendimientos de estos últimos productos durante el período de análisis.

Además su trabajo mostró que en el período más reciente ya se notaba un cambio de orientación de la investigación de los productos de exportación hacia los productos alimenticios y de consumo doméstico.

### 3. EVALUACION DEL IMPACTO SOCIOECONOMICO DE LA INVESTIGACION DE EMBRAPA.

Los primeros trabajos de evaluación del impacto socioeconómico de las actividades de investigación en EMBRAPA surgieron al final de la década del 70 y al inicio de los años 80, cuando Alves (1980), entre otros, hizo una serie de estimaciones sobre los beneficios potenciales de los resultados generados por esta institución. El esfuerzo de evaluación de la eficiencia de EMBRAPA, es decir, la estimación de las tasas de retorno de las inversiones realizadas, solamente se inició efectivamente a partir de 1982. A continuación se presentará una síntesis de los métodos

e indicadores utilizados y de los diversos tipos de análisis de impacto desarrollados o en desarrollo (agregados, por centro de investigación y por proyecto de inversión). También se discutirá el papel de las universidades y de otras instituciones de investigación socioeconómica en el proceso de institucionalización del sistema de evaluación de impacto en EMBRAPA.

### 3.1. METODOS E INDICADORES UTILIZADOS

En todas las evaluaciones de eficiencia desarrolladas en EMBRAPA (Cruz et. al. 1982, Barbosa et. al. 1988, entre otros), se ha utilizado el concepto del excedente económico según hipótesis de oferta y demanda agregada de productos agrícolas adoptada por Tosterud et. al. (1973) y por Kislev y Hoffman (1978). En esta hipótesis se supone la existencia de una curva de demanda agregada de la producción agrícola ( $D$ ) perfectamente elástica y una curva de oferta agregada ( $S$ ) vertical, o sea también perfectamente elástica (Figura 2).

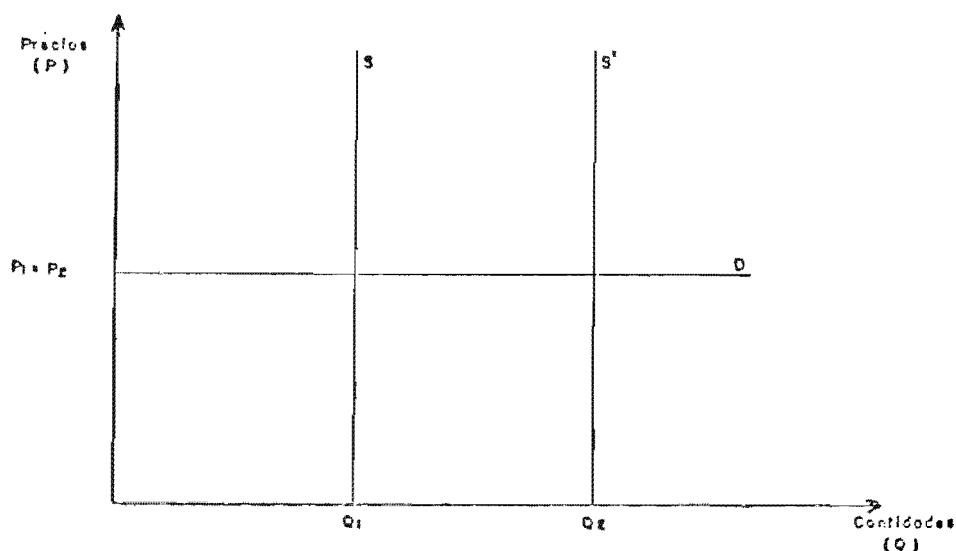


FIGURA 2. Efectos de la adopción de innovaciones tecnológicas sobre la oferta y demanda agregada de productos.

De esta manera, el desplazamiento de la curva de oferta ( $S$ ) hacia la derecha ( $S'$ ), como consecuencia de la adopción de resultados de la investigación, no afecta el índice agregado de precios reales ( $P$ ). Considerando esta hipótesis, en la ausencia de disminución de precios resultante del progreso tecnológico, los beneficios de la investigación se quedan en manos de los productores. Los consumidores se benefician de la mayor disponibilidad de productos, pero no apropian beneficios económicos en este modelo de análisis del excedente generado por la investigación.

Con el uso de este procedimiento, el flujo de beneficios económicos de la investigación de EMBRAPA ha sido elaborado, cuantificando los impactos económicos de las tecnologías generadas por esta institución a nivel de los productores individuales y multiplicándolos por sus respectivas tasas de adopción aniaml. Es bueno resaltar que en todas estas evaluaciones solamente fueron cuantificados los beneficios económicos a nivel de las tecnologías efectivamente adoptadas por los productores. En otras palabras no se utilizaron las estimaciones de beneficios económicos de tecnologías aún no adoptadas.

De otra parte, en la cuantificación de los beneficios económicos de cada una de las tecnologías se utilizaron los ingresos netos calculados a nivel de agricultor, es decir, los ingresos adicionales de renta estimados para las condiciones de la finca, descontados los costos adicionales del uso de las nuevas tecnologías. Los resultados de los análisis económicos realizados a nivel de los centros de investigación, en los que se compara la bondad económica de cada innovación tecnológica con la tecnología tradicional, solamente fueron utilizados como referencias en estas estimaciones. El uso de tal procedimiento se justifica porque el agricultor no tiene la misma disponibilidad de recursos del Centro de Investigación y por lo tanto no puede obtener los mismos resultados económicos. Con esto se procuró excluir, al menos parcialmente, una tradicional fuente de sobreestimación en las evaluaciones del impacto de la investigación.

Otro aspecto importante en la metodología de evaluación de EMBRAPA es la cuantificación de la participación de esta institución en el proceso de generación tecnológica.

Para cada una de las tecnologías desarrolladas se estimó con la colaboración de los equipos de investigadores

responsables de la generación de las mismas, la participación de EMBRAPA medida en términos porcentuales. Con el uso de este método se ha procurado no atribuir a EMBRAPA beneficios económicos que en realidad son de otras instituciones de investigación nacionales y/o extranjeras (centros internacionales de investigación, en especial).

En cuanto a los costos de la investigación, estos son dados directamente por los sectores administrativos de la institución. Como los beneficios considerados en el flujo son los beneficios netos de EMBRAPA no hay la necesidad de incluir los costos incurridos por las instituciones que eventualmente hayan participado del proceso de generación de una tecnología dada.

Por otro lado, se excluyeron las transferencias de recursos hechas anualmente a los diversos institutos y empresas de investigación de los estados y participantes del sistema brasileño de investigación coordinado por EMBRAPA. Este procedimiento fue utilizado porque se estaban considerando solamente las tecnologías generadas por esta institución y sus respectivos impactos económicos.

Finalmente, se debe resaltar que en la elaboración del flujo de costos y beneficios se adoptó un desfase de 4 (cuatro) años entre la inversión en investigación y obtención de los primeros resultados económicos a nivel de agricultor. Puesto que se estaba procurando aislar con el máximo rigor los impactos de EMBRAPA de aquellos obtenidos por el sistema de investigación anterior\*, no se utilizó el límite mínimo de 3 (tres) años propuesto por Evenson (1977).

### 3.2. EVALUACIONES AGREGADAS Y POR CENTRO DE INVESTIGACION.

#### a) Evaluaciones agregadas

Cruz et. al. (1982) fueron los primeros en evaluar los retornos de las inversiones en investigación hechas

\* Antes de la creación de EMBRAPA existía el Departamento Nacional de Investigación y Experimentación Agropecuaria (DNPEA), vinculado directamente al Ministerio de Agricultura.

a nivel de EMBRAPA, en el período 1974-92. En esta evaluación la tasa interna de retorno varió entre el 21,8 y el 42,8% según las hipótesis consideradas en cuanto a la proyección de los beneficios para el período 1983-92. La mayor tasa fue encontrada cuando se utilizaron como base de proyección los beneficios potenciales estimados por Alves (1980) y el 21,8% fue obtenido cuando se proyectaron los beneficios de 1981 para los diez años siguientes.

En el mismo trabajo, Cruz et. al. (1982) evaluaron la tasa media de retorno de las inversiones de EMBRAPA en capital físico (construcciones, equipos, vehículos, etc.) con base en la expresión utilizada por Langoni (1974) para evaluar la rentabilidad del capital físico a nivel de 18 industrias brasileñas. La expresión utilizada es la siguiente:

$$TR_t = \frac{BL_t}{K_{ti}}$$

donde:

- $TR_t$  = Tasa media de retorno, en el año  $t$ ;  
 $BL_t$  = Beneficios netos en año  $t$ ; y  
 $K_{ti}$  = "Stock" de capital físico al inicio del año  $t$ ;

Tomando los datos de beneficios económicos de 1981 y el valor del capital físico de EMBRAPA al inicio del mismo año, los autores estimaron una tasa media de retorno del 53.2%. Esta tasa fue bien superior a las diversas tasas estimadas por Langoni (1974) para los sectores de minería, textil, electricidad, construcciones etc.

Avila et. al. (1983) evaluaron el retorno de las inversiones de EMBRAPA en capacitación de personal a nivel de post-grado y de corta duración en el período 1974-96. Este programa de capacitación de personal, especialmente a nivel de los investigadores, fue el principal responsable por el cambio verificado en el perfil técnico de la planta de profesionales dedicados a la investigación en esta institución en los últimos quince años. Actualmente EMBRAPA tiene más del 85% de sus investigadores con títulos

de maestría (M.Sc.) y/o doctorado (Ph.D.), mientras que, en 1974 esta relación era exactamente inversa.

Los beneficios económicos del Programa de Capacitación fueron estimados a partir de la identificación de la participación de los investigadores beneficiados por dicho Programa, a nivel de cada tecnología generada por EMBRAPA. Por otro lado, los costos consideraron además de los salarios, becas y otros gastos con el profesional durante el período de entrenamiento, un salario adicional correspondiente al pago de un "substituto" a nivel de centro de investigación. Esta inclusión de dos salarios se justifica porque la ausencia del profesional en el centro de investigación tiene un costo para la sociedad.

Los autores estimaron una tasa interna de retorno igual al 22%, la cual es comparable a las tasas de retorno obtenidas en otras evaluaciones de programas de capacitación en Brasil y en el exterior.

Recientemente Barbosa et. al. (1988) reevaluaron los beneficios económicos y sociales de la investigación de EMBRAPA. Utilizando la misma metodología de la primera evaluación de Cruz et. al. (1982), los autores estimaron una tasa interna de retorno de 40.5% para las inversiones en dicha institución. Esta tasa fue obtenida considerando el período 1974-97, donde los diez últimos años fueron proyectados con base en los beneficios económicos netos de 1987. El resultado obtenido por Barbosa et. al. fue superior a aquel obtenido por Cruz et. al. (1982) utilizando la misma hipótesis, es decir, proyectando los beneficios del último año del período básico de análisis. Para esta misma hipótesis la tasa interna de retorno obtenido en la primera evaluación fue del 29.8%, lo que significa que las inversiones en EMBRAPA, además de continuar siendo rentables para la sociedad brasileña, están en una fase de retornos crecientes.

Es bueno resaltar que el análisis de sensibilidad de la tasa interna de retorno, mostró al igual que en la hipótesis más pesimista (más del 25% en los costos y menos del 25% en los beneficios), la investigación en EMBRAPA podría ser considerada una buena alternativa de inversión para la sociedad (TIR igual a 29,3%). Por otro lado, la hipótesis optimista presentó una tasa de retorno del 51,5%.

Roessing (1984) evaluó los retornos de las inversiones en investigación con soya en el Centro Nacional de Investigación de Soya de EMBRAPA. El autor estimó el flujo anual de beneficios económicos netos considerando los beneficios económicos de las principales tecnologías generadas por el Centro (manejo integrado de plagas, reducción de pérdidas de cosecha, racionalización de los niveles de fertilización, aplicación de herbicidas en franjas, variedades mejoradas y control biológico del gusano de la soya) y los costos totales del Centro para el periodo 1975-82. La tasa interna de retorno estimada oscilaba entre el 45 y el 62% según la hipótesis adoptada en cuanto a la proyección de los beneficios netos para los diez años siguientes.

Ambrosi (1984) evaluó los retornos de las inversiones en investigación hechas en el Centro Nacional de Investigación de Trigo en el periodo 1974-90. Este centro ha desarrollado una serie de tecnologías a nivel de variedades, control de plagas, etc., las cuales vienen siendo ampliamente adoptadas por los productores de trigo en el Sur de Brasil. El valor de la tasa interna de retorno obtenida estaba entre el 59 y 74% según los valores de los beneficios tomados en las proyecciones del periodo 1982-90.

Usando la misma metodología de Cruz et. al. (1982), el autor también estimó la tasa media de retorno de las inversiones en capital físico en el Centro de Trigo. La tasa encontrada fue del 40% tomando como base 1982, la cual es considerada alta para los patrones brasileños.

### 3.3. EVALUACION DE IMPACTO DE LOS PROYECTOS DE INVERSION CON EL BANCO MUNDIAL Y EL BID.

Desde su creación en 1973 EMBRAPA ha tenido un gran apoyo del Gobierno brasileño para su fortalecimiento. Durante el periodo 1974-87 el volumen de recursos financieros destinados a esta institución evolucionó de US\$22,4 millones a US\$ 190,8 millones, es decir, creció cerca de 9 veces equivalente al 16.5% anual.

Por otro lado, a través de dos préstamos con el Banco Interamericano de Desarrollo y de dos con el Banco Mundial, el Gobierno permitió que EMBRAPA estableciera una completa red de centros de investigación en las principales regiones productoras de Brasil, dotados de la más moderna infraestructura física (instalaciones, equipos, vehículos,



etc.) y de recursos humanos altamente capacitados (más del 85% con post-grado).

Además de las tradicionales evaluaciones llevadas a cabo por los propios profesionales de los bancos involucrados, en estos préstamos también están siendo desarrolladas evaluaciones por EMBRAPA. A continuación se presenta una síntesis de las tres evaluaciones realizadas y se destacan las principales características de sistema de evaluación del impacto socioeconómico del Proyecto PROCENSUL II, actualmente en progreso.

#### a) Evaluación del Proyecto BIRD I

En 1983, Cruz y Avila evaluaron la eficiencia del primer préstamo de EMBRAPA con el Banco Mundial (Proyecto BIRD I). Este préstamo de US\$ 40,0 millones benefició 15 (quince) centros y estaciones experimentales de EMBRAPA en las regiones Norte, Nordeste y Centro-Oeste de Brasil, y fue ejecutado durante el período 1977-82.

Los autores utilizaron la misma metodología de Cruz et. al. (1982), es decir calcularon los beneficios económicos del préstamo identificando y cuantificando los beneficios netos generados por cada una de las tecnologías consideradas "producto" de dicho Proyecto. Fueron consideradas "producto" del Proyecto BIRD I las tecnologías adoptadas por los agricultores a partir del año 1981, o sea 4 (cuatro) años después del inicio del Proyecto.

Es bueno resaltar que Cruz y Avila estimaron para el período 1983-86 y con el apoyo de los investigadores, difusores de tecnología y de los extensionistas, las tasas de adopción y respectivos beneficios anuales de las tecnologías ya disponibles y adoptadas en 1982.

Otro aspecto metodológico importante fue aquel adoptado en cuanto a la proyección de los beneficios para los años siguientes. En este se consideró que los beneficios netos de 1986 permanecerían en este mismo nivel en el período 1987-91.

La tasa interna de retorno del Proyecto BIRD II fue estimada en el 37,8%. Esta tasa es bastante superior a aquella exigida por el Banco Mundial para aprobar proyectos de inversión la cual es de cerca del 10%.

Además se debe resaltar que Cruz y Avila también hicieron un análisis de sensibilidad en el flujo de costos y beneficios con una variación del 25% y lograron obtener valores de la tasa interna de retorno para el Proyecto, que situaron entre el 20,6 y el 55,2%.

**b) Evaluación del Proyecto PROCENSUL I.**

El Proyecto PROCENSUL I firmado por el Gobierno con el Banco Interamericano de Desarrollo para fortalecer la investigación agraria de EMBRAPA en el Centro-Sur de Brasil fue evaluado por Avila et. al. (1984). Este proyecto con un aporte del BID del US\$ 63,4 millones se ejecutó en el período 1977-83, con la participación de 10 (diez) centros y estaciones experimentales y servicios de tipificación y clasificación de suelos y de producción de semillas básicas de EMBRAPA, además de 8 (ocho) sistemas estatales de investigación en la región Centro-Sur.

Como en el caso de evaluaciones anteriores y ya discutidas en este trabajo, los autores utilizaron un desfase de 4 (cuatro) años entre el inicio del Proyecto y la generación de beneficios. Con este procedimiento las tecnologías adoptadas antes de 1981 fueron consideradas "producto" de inversiones realizadas en la región antes del préstamo con el BID.

La tasa interna de retorno fue estimada para el período 1977-96, donde los últimos diez años fueron proyectados con base en el beneficio económico neto de 1986. Los autores obtuvieron una tasa de retorno del 27,2%, la cual es comparable a los resultados de otras evaluaciones de la investigación realizadas en la región, especialmente a nivel del Estado de Sao Paulo.

Sin embargo, es de destacar que la evaluación fue realizada solo seis meses después de la finalización del Proyecto de acuerdo con las obligaciones contractuales. Este corto espacio de tiempo para la presentación del informe final causó perjuicios a la evaluación debido a que muchos beneficios de tecnologías resultantes de proyectos de investigación influenciados por el Proyecto PROCENSUL I aún estaban en proceso de generación.

### c) Evaluación del Proyecto BIRD II

El segundo préstamo con el Banco Mundial igual que el Proyecto BIRD I, benefició a todos los centros de investigación y estaciones experimentales de EMBRAPA de las regiones Norte, Nordeste y Centro-Oeste, además de los centros de investigación forestal, ganado de leche, cerdos y ovinos, defensa de la agricultura, tecnología de arroz, maíz y sorgo situados en otras regiones. El Proyecto fue ejecutado en el período 1982-1987, y alcanzó un valor de US\$ 60,0 millones en recursos externos.

Para la evaluación del impacto socioeconómico de dicho Proyecto, se estableció por primera vez en EMBRAPA un sistema en el cual se previó la realización de un conjunto de estudios y análisis involucrando tanto factores endógenos y exógenos a la propiedad agrícola, y no solo la estimación de la tasa interna de retorno de las inversiones realizadas. Este enfoque en el proceso de evaluación propuesto por EMBRAPA, representó algo nuevo en la literatura de evaluación de proyectos de inversión en investigación agraria y fue prontamente aceptado por el Banco Mundial.

En resumen el sistema de evaluación del Proyecto BIRD II exigió la realización de lo siguiente: diagnóstico socioeconómico y tecnológico a nivel de los agricultores en las áreas de influencia directa de los centros de investigación; análisis de los procesos de generación, difusión y adopción tecnológica; análisis del entorno socioeconómico del Proyecto, entre otros; además del tradicional análisis de la rentabilidad socioeconómica de los proyectos invertidos a través del préstamo (EMBRAPA, 1982).

Dada la magnitud y las innovaciones introducidas con el sistema, se previó la participación de las universidades brasileñas, especialmente aquellas con cursos de post-gradado en ciencias sociales rurales. Esta apertura a la participación externa tenía la ventaja de, además de permitir la realización de estudios complementarios a los realizados por EMBRAPA, de responsabilidad de los profesionales de EMBRAPA, también agregar al sistema una visión externa sobre el real impacto del Proyecto BIRD II.

estudios, como en el proceso de capacitación y apoyo metodológico sobre nuevos métodos de evaluación. Participaron del sistema el Economic Growth Center de la Universidad de Yale y el International Food Policy Research Institute (IFPRI)\*.

El sistema de evaluación fue ejecutado a lo largo del período 1982-87 a nivel de los diversos centros de investigación participantes. Este sistema concluyó en junio de 1988, con el desarrollo de la evaluación global y la presentación del informe final al Banco Mundial (Barbosa et. al. 1988). Este informe presenta una síntesis de los principales resultados obtenidos con la ejecución de los componentes del sistema y sobretodo muestra que el Proyecto BIRD II también fue rentable para la sociedad brasileña. La tasa interna de retorno fue estimada en el 42,8%, la cual es superior tanto a la tasa encontrada por Cruz y Avila (1985) en la evaluación del Proyecto BIRD I (el 37,8%), como a las otras tasas de evaluación de proyectos de inversión realizadas tanto a nivel de Brasil como en el exterior.

#### d) Evaluación del Proyecto PROCENSUL II

El Proyecto PROCENSUL II, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, involucra todas las unidades de investigación de EMBRAPA de la región Centro-Sur de Brasil. El período de ejecución de dicho proyecto es 1985-90.

Dada la experiencia exitosa en la evaluación del Proyecto BIRD II, se adoptó para el Proyecto PROCENSUL II un sistema de evaluación muy similar. Sin embargo, en función de las características de la región Centro-Sur y de la experiencia con el BIRD II, se introdujeron algunos ajustes en el sistema de tal manera que el impacto del segundo préstamo con el BID tuviera una evaluación más completa. Dentro de los ajustes realizados se destacan aquellos hechos a nivel de los siguientes componentes: a) diagnósticos socioeconómicos y tecnológicos de las áreas de influencia de los centros de investigación; b) selección de productores típicos para fines de seguimiento y análisis

\* Para mayores detalles sobre la participación de Yale y del IFPRI consultar Evenson et. al. (1987), y Vosti y Nerlove (1987), entre otros.

de los procesos de difusión y adopción tecnológica; c) análisis de los impactos microeconómicos de las nuevas tecnologías a nivel de los agricultores; d) análisis de los impactos regionales y macroeconómicos del proyecto; y, e) análisis de los impactos ambientales (reales y/o potenciales) de las innovaciones tecnológicas consideradas "producto" del préstamo (EMBRAPA, 1987).

Al respecto del cronograma de ejecución de los diversos estudios previstos en el sistema de evaluación, la mayor innovación fue la aceptación por parte del BID que el informe final se presentara 3 (tres) años después de la fecha de terminación del préstamo. Esta decisión representó un gran avance por parte de BID una vez que en el préstamo anterior (PROCENSUL I) el informe de evaluación fue entregado al Banco solamente 6 (seis) meses después de la finalización del proyecto, sin captar gran parte de los beneficios generados.

El sistema de evaluación ya se encuentra en ejecución en los diversos centros de investigación de EMBRAPA de la región Centro-Sur y deberá ser terminado en marzo de 1993.

#### 3.4. ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS BENEFICIOS DE LA INVESTIGACION DE EMBRAPA.

El esfuerzo de análisis sobre la distribución de los beneficios generados por EMBRAPA es relativamente reciente. Los pocos estudios hasta ahora desarrollados trataron de analizar la distribución de acuerdo con los tipos de tecnologías generadas, la clase de usuarios y entre regiones del Brasil.

##### a) Distribución entre tipos de tecnologías

Avila et. al. (1984) analizaron las tecnologías generadas por EMBRAPA y adoptadas por los agricultores de la región Centro-Sur del país, clasificándolas según los productos finales resultantes (generadoras de excedentes de alimentos básicos, generadoras de excedentes de productos exportables, ahorradoras de insumos modernos y otras).

Los autores constataron que el 41% de los beneficios económicos generados por EMBRAPA en dicha región, en el período 1981-84, resultaron de tecnologías generadoras de excedentes de productos de alimentación básica (arroz, frijol, maíz, yuca, carne y leche, entre otros). Por otro lado, las tecnologías generadoras de excedentes exportables (soya, algodón, café, etc.) produjeron el 32% del beneficio económico total generado por EMBRAPA para el período de análisis, mientras que las tecnologías ahorradoras de insumos modernos contribuyeron con el 26%.

#### b) Distribución entre clase de productores

Avila et. al. (1986) desarrollaron un estudio con la participación de 15 (quince) centros y estaciones experimentales de EMBRAPA con el objetivo de analizar la orientación tanto de los proyectos de investigación como de los resultados obtenidos. Los autores verificaron que el 20% de los 858 proyectos en progreso estaba orientado hacia el cubrimiento de las necesidades de los pequeños agricultores y que el 65% satisfacía las necesidades tanto de los pequeños como de los medianos y grandes productores.

En cuanto a los resultados de la investigación, los autores identificaron un gran número de tecnologías que habían sido generadas en los centros y estaciones de la muestra analizada, las cuales eran específicas de los pequeños agricultores. Verificaron también, que la mayoría de estas tecnologías habían sido generadas por los centros y estaciones experimentales de las regiones Norte y Nordeste, exactamente donde se concentran los agricultores de subsistencia de Brasil.

#### c) Distribución entre regiones

Paralelamente al reciente trabajo de reevaluación de los impactos sociales y económicos (Barbosa et. al. 1988) en EMBRAPA se desarrollaron evaluaciones a nivel de las cinco grandes regiones de Brasil (Norte, Nordeste, Sudeste, Sur y Centro-Oeste). Los resultados obtenidos con estas evaluaciones son presentados en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Tasas internas de retorno de las inversiones de EMBRAPA según las regiones de Brasil, período 1974-87\*.

Región	Fuente	TIR (%)
Norte	Kitamura et. al. (1988)	24,4
Nordeste	Santos et. al. (1988)	24,6
Sur	Lanzer et. al. (1988)	44,6
Centro-Oeste	Teixeira et. al. (1988)	42,6

\* La evaluación de la región Sudeste aún no está terminada.

Las diferencias regionales observadas son explicables puesto que se trata de regiones con niveles de desarrollo agrícola bastante diverso. Las regiones Norte y Nordeste se caracterizan por su agricultura tradicional, mientras que las regiones Sur y Centro Oeste tienen agriculturas modernas o en fase de modernización, en las que el proceso de adopción de innovaciones tecnológicas es muy rápido.

Como la inversión en investigación de EMBRAPA es bastante alta en las regiones Norte y Nordeste donde el proceso de adopción tecnológica es relativamente lento, es justificable la obtención de tasas de retorno más bajas que aquellas de las regiones de agricultura desarrollada.

#### d) Transferencias inter-regionales de beneficios

Otro tipo de estudio que está empezando a ser desarrollado por el equipo de evaluación de EMBRAPA es el relacionado con el análisis de las transferencias inter-regionales de los beneficios de la investigación.

El estudio pionero en esta nueva área de evaluación fue realizado por Cruz (1987), el cual analizó las transferencias inter-regionales de los beneficios de la investigación entre las diversas regiones del Brasil. El autor estudió las transferencias a través de un modelo econométrico basado en Evenson (1985) en el cual consideró como variables

los gastos en investigación y los niveles de rendimiento en los cultivos de arroz, maíz, frijol, yuca, café, algodón, soya y caña de azúcar.

Los resultados obtenidos mostraron que en la mayor parte de los cultivos analizados no hubo transferencia inter-regional de beneficios medidos en términos de productividad para determinada región o Estado. Tales resultados corroboran la hipótesis de especificidad de la investigación, especialmente en un país con las dimensiones territoriales del Brasil y con tantas diferencias edafo-climáticas.

A pesar de que el trabajo de Cruz (1987) no trató específicamente de EMBRAPA sus resultados fueron muy importantes puesto que evidenciaron la necesidad por parte de esta institución -coordinadora de todo el sistema brasileño de investigación-, de apoyar a los sistemas estatales en el desarrollo tecnológico de sus respectivos sectores agrícolas.

Finalmente, es bueno resaltar que el análisis de la distribución de los beneficios de la investigación es hoy una área de estudio prioritaria para el equipo de evaluación de EMBRAPA. Se prevee la realización de nuevos estudios donde se reanalizaran los impactos socioeconómicos de la investigación entre productores y entre estados y regiones brasileñas. Se está iniciando también un estudio donde se pretende analizar las transferencias internacionales de tecnología para algunos centros de investigación de EMBRAPA.

#### 4. CONCLUSIONES

La experiencia brasileña y en especial de EMBRAPA en la realización de estudios de evaluación de los impactos sociales y económicos de la investigación agraria es bastante significativa como puede ser constatado a lo largo de este trabajo.

En dicho proceso se ha utilizado una amplia gama de métodos e indicadores, desde el uso del concepto del excedente económico para el análisis de la eficiencia hasta métodos más complejos a través de los cuales analizó la distribución de los beneficios económicos y sociales de la investigación.



Por otro lado, los niveles de evaluación se situaron entre el análisis de los impactos de la investigación de un determinado centro y el nivel más agregado donde la eficiencia y la equidad se analizaron considerando la inversión de EMBRAPA como un todo.

La experiencia de EMBRAPA presenta algunas características especiales dentro de las cuales es importante destacar:

a) La estructura actual del sistema de evaluación implantado en EMBRAPA, caracterizada por la existencia de un equipo central a nivel de la sede de esta institución y equipos de economistas y difusores de tecnología situados, a nivel descentralizado, permite que a cualquier momento se pueda desarrollar nuevas evaluaciones y sobre los más diversos tópicos.

b) La integración obtenida con las universidades brasileñas y algunas instituciones extranjeras (Universidad de Yale e IFPRI, en especial) permite la realización de un programa más amplio de estudios, al mismo tiempo que expone el equipo de evaluación de EMBRAPA a un proceso continuado de capacitación. Este contacto con el medio académico ha permitido que los profesionales participantes estén siempre muy próximos a la frontera del conocimiento con relación a las metodologías de evaluación socioeconómica de la investigación agraria;

c) La existencia de un equipo permanente de evaluación de impacto de la investigación ha permitido a los directivos de EMBRAPA disponer siempre de datos actualizados sobre los beneficios sociales y económicos de la institución. Estos datos han sido muy útiles en la captación de nuevos recursos y en mejorar la imagen de EMBRAPA frente a la sociedad brasileña y a las demás instituciones de investigación agraria del país y del exterior; y

d) Finalmente, es importante destacar que el sistema de evaluación de EMBRAPA es hoy una actividad permanente estrechamente ligada a las acciones de planeación de la institución, tanto a nivel nacional como de sus diversos centros de investigación y estaciones experimentales distribuidos en todo el territorio brasileño.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ambrosi, L.; Cruz, E.R. da. Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT. 1984, 27p.
- Alves, E.R. de A. A importância do investimento na pesquisa agropecuária. Brasília, EMBRAPA-DID, 1980, 36p. (EMBRAPA-DID, Documentos, 5).
- Avila, A.F. D. Evaluation de la recherche agronomique au Brésil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul. Montpellier. Fac. de Droit et des Sci. Econ., 1981. Tese Doutorado.
- Avila, A.F. D.; Borges-Andrade, J.E.; Irias, L.J.M.; Quirino, T.R. Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA. Brasília, EMBRAPA-DID, 1983. 70p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 4).
- Avila, A.F.D.; IRIAS, L.J.M.; VELOSO, R.F. Avaliação dos impactos socioeconômicos do Projeto PROCENSUL I - EMBRAPA - BID. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984. 58p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 16).

- Avila, A.F.D.; Ayres, C.H.S. Experiência brasileira em avaliação socioeconomica ex-post da pesquisa agropecuaria. Brasilia, EMBRAPA-DEP, 1985. 56p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 24).
- Avila, A.F.D.; Oliveira, A.J. de; Contini, E. Pesquisa agropecuaria e pequeno produtor a experiência da EMBRAPA. Brasilia. EMBRAPA-DDT. 1986, 39p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 26).
- Ayer, H.W.; Schuh, G.E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in Sao Paulo, Brazil. Am. J. Agric. Econ. 54(4):557-79, 1972.
- Ayres, C.H.S. The contribution of agricultural research to soybean productivity in Brazil. St. Paul, Minnesota Univ., 1985, 161p. Tese Doutorado.
- Barbosa, M.M.T.L.; Cruz, E.R.da; Avila, A.F.D. Beneficios sociais e economicos da pesquisa da EMBRAPA: uma reavaliação. In: Yeganiantz, L. (org.). Pesquisa agropecuaria: questionamentos, consolidação e perspectivas, EMBRAPA-DEP, Brasilia, 1988. pp. 339-52. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 35).

Barbosa, M.M.T.L.; Mota, M.M.; Avila, A.F.D. Projeto II - EMBRAPA - BIRD - Relatório Final: Avaliação Socioeconômica, Brasília, EMBRAPA-SEPICPL, junho/1988, 276p.

Cruz, E.R.da; Palma, V.; Avila, A.F.D. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico.<sup>121</sup> Brasília, EMBRAPA-DDM. Documentos, 1).

Cruz, E.R. da; Avila, A.F.D. Retorno dos investimentos da EMBRAPA em pesquisa na área de abrangência do Projeto BIRD I. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1985. 19p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 19).

Cruz, E.R. da. Transferencia inter-regional de ganhos de produtividade da terra e politica tecnológica para a agricultura. Brasília, EMBRAPA-DDT. 1987. 47p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 28).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Estudos e Pesquisas. Programa de Avaliação Socioeconômica da Pesquisa Agropecuária do Projeto II - EMBRAPA-BIRD: Modelo de Análise. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982, 144p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 2).

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Estudos e Pesquisas. Avaliação Socioeconômica do Projeto PROCENSUL II: Documento Orientador. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1987, 46p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 27).*

*Evenson, R.E.; Kislev, Y. Research and productivity in wheat and maize. J. Polit. Econ. 81: 1309-29, 1973.*

*Evenson, R.E. Comparative evidence on returns to investments in national and international research institutions. In. Arndt, T.M.; Dalrymple, D.G.; Ruttan, V.W. (eds.). Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis Univ. of Minnesota Press, 1977, p. 237-64.*

*Evenson, R.E. Observations of Brazilian agricultural research and productivity. R. Econ. Rural. 20(3): 367-401, 1982.*

*Evenson, R.E. Evidence of impact on national research and extension programs. Yale University. Econ. Growth Center, 1985.*

*Evenson, R.E.; Cruz, E.R. da; Avila, A.F.D.; Palma, V. (eds.). Economic Evaluation of Agricultural Research: Methodologies and Brazilian Applications. New Haven, EMBRAPA - DEP - Yale University, Economic Growth Center, 1987.*

- Fonseca, M.A.S. Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café. Piracicaba, ESALQ, 1976. 149p. Tese Mestrado.
- Griliches, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. J. Polit. Econ. 66(5): 414-31, Oct. 1958.
- Hayami, Y.; Akino, M. Organization and productivity of agricultural research system in Japan. In: Arndt, T.M.; Dalrymple, D.G. Ruttan, V.M. (eds.). Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis, Univ. of Minnesota Press, 1977. p.29-59.
- Homen de Melo, F. Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. Rev. Econ. Rural. 18(2): 221-49, abr/jun., 1980.
- Kisler, Y.; Hoffman, M. Research and productivity in wheat in Israel. Develop. Stud. 14: 166-81, 1978.
- Kitamura, P.C. et. al. Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Região Amazônica. Brasília, EMBRAPA-DPU, 1988 (EMBRAPA-SEP. Documentos, 37).

- Lanzer, E.A. et. al. Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Região Sul. Brasília, EMBRAPA-DPU, 1988 (EMBRAPA-SEP. Documentos, 40).
- Monteiro, A. Avaliação econômica da pesquisa agrícola: o caso do cacau no Brasil. Viosa, UFV, 1975, 78p. Tese Mestrado.
- Monteiro, A. Avaliação econômica da pesquisa, ensino e extensão agrícolas desenvolvidas pela CEPLAC nos estados de Bahia e Espírito Santo no período 1957 a 1984: Atualização. Rev. Theobroma 15(4): 191-206, 1985.
- Moricochi, I. Pesquisa e assistência técnica na citricultura: custos e retornos sociais. Piracicaba, ESALQ, 1980, 84p. Tese Mestrado.
- Santos, R.F. et. al. Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Região Nordeste. Brasília, EMBRAPA-DPU, 1988. (EMBRAPA-SEP Documentos, 38).
- Silva, G.L.S.P.; Fonseca, M.A. S.; Martin, N.B. Os rumos da pesquisa agrícola e o problema da produção de alimentos: algumas evidências no caso de São Paulo. R. Econ. Rural. 18(1): 37-59, jan/mar., 1980.

*Silva, G.L.S.P. Produtividade agrícola, pesquisa e extensão rural. São Paulo, FIEPE/USP, 1984 (Ensaio Economico, 40).*

*Terxeira, S.M. et. al. Avaliação regional dos impactos sociais e economicos da pesquisa da EMBRAPA: Região Centro-Oeste. Brasília, EMBRAPA-DPU, 1988 (EMBRAPA-SEP. Documentos, 39).*

*Tosterud, R.J.; Gilson, J.C.; Hannan, A.E.; Stefansson B.R. Benefit-cost evaluation of research relating to the development of selkirk wheat and target repeseed. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, Proceedings, 1. s.l. University of Manitoba, 1973. v.1., p. 149-99 (Occas. Serv. 4).*

*Vostí, S.A. y Nerlove, M.L. Final Report: EMBRAPA-IFPRI Cooperative Research Project. Washington, IFPRI, Dec. 1987, 19p.*