

# LOS IMPACTOS ECONOMICOS DEL PROGRAMA PROCISUR<sup>1</sup>

ROBERT EVENSON<sup>2</sup> e ELMAR RODRIGUES DA CRUZ<sup>3</sup>

**RESUMEN** – El PROCISUR – Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur – objetiva el desarrollo de acciones conjuntas de cooperación con vistas al intercambio de conocimientos relacionados con la investigación agropecuaria entre los países del Cono Sur de la América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). La sede se ubica en Montevideo. El presente estudio analiza las tasas de retorno de las inversiones hechas en dicho programa. Las tasas obtenidas son comparables con programas nacionales e internacionales de investigación agropecuaria, en latinoamerica y en otras partes del mundo.

**Términos de indexación:** evaluación de la investigación, tasas de retorno, cooperación internacional.

## ECONOMIC IMPACTS OF THE "PROCISUR" PROGRAM

**ABSTRACT** – PROCISUR (Agricultural Research Cooperative Program for the Southern Cone) is a program designed to facilitate international cooperation and exchange of research results. The headquarters are located in Montevideo, and encompasses the countries of the southern cone of Latin America (Argentina, Brazil, Chile, Bolivia, Paraguay and Uruguay). The study reports rates of return of the investments made in the aforementioned program. Such rates are comparable to those obtained from national and international research programs, in Latin America and in other parts of the world.

**Index terms:** research evaluation, rates of return, international cooperation.

## INTRODUCCION

El PROCISUR – Programa Cooperativo de Pesquisa Agropecuaria del Cono Sur – fué creado en marzo de 1978 y cuenta con el apoyo financiero del BID – Banco Interamericano de Desarrollo – y el apoyo técnico-administrativo del IICA – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Su objetivo principal es el desarrollo de acciones conjuntas de cooperación con vistas al intercambio de conocimientos relacionados con la investigación agropecuaria entre los seis países del Cono Sur de América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay).

Desde su creación fueron desarrolladas dos etapas (1978/83 y 1984/89). En la etapa actual cuenta con cuatro subprogramas principales (cereales de invierno, cereales de verano, oleaginosas y bovinos), y cuatro subprogramas complementarios (sistemas de producción, información y documentación, transferencia de tecnología y capacitación, y comunicación).

Por recomendación de la Comisión Directiva del PROCISUR, el IICA,

<sup>1</sup> Recebido em 23/04/90.

Aceito para publicação em 31/01/91.

<sup>2</sup> Professor do "Economic Growth Center", Universidade de Yale, Connecticut, 26 Hillhouse Ave. New Haven, Conn 06510 CT, US.

<sup>3</sup> Pesquisador. Secretaria de Administração Estratégica – SEA/EMBRAPA, Sede. Caixa Postal 01.0315 Brasília, DF.

con el apoyo financiero del BID, decidió evaluar el impacto económico del Programa, tanto en el Cono Sur (estudio internacional), como en cada uno de los países participantes (estudios nacionales). El Prof. Robert Evenson coordinó el equipo de trabajo que contó con la participación de destacados especialistas de cada país, en la realización de los estudios nacionales. Por decisión del grupo involucrado en la evaluación y la dirección del Programa, se decidió realizar los estudios solamente sobre tres rubos: trigo, soja y maíz.<sup>4</sup>

Algunos ejemplos podrán clarificar las actividades del PROCISUR. Con respecto a maíz, el componente de mejoramiento involucra todos los países del programa en un proyecto conjunto. El programa maíz fue exitoso en el lanzamiento de muchos materiales genéticos, incluyendo el compuesto "Cono Sur I", a partir de granos de una recombinación de ocho germoplasmas originados de Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Chile (uno de cada país) y tres de Argentina. Fue utilizada una selección convergente-divergente en regiones distintas simultáneamente, para apresurar los resultados.

En términos de trigo, un ejemplo típico de la contribución del Procisur, es la modernización de la agricultura brasileña. Los experimentos del Cono Sur (Programa ERCOS) fueron ejecutados en todos los países de la región, y como resultado la variedad chilena ONDE-INIA obtuvo el más grande rendimiento (6.1 toneladas por hectárea) en la región central del Brasil. Con algunas adaptaciones, dicha variedad tendrá alta probabilidad de adopción en los próximos años.

Para el caso de soja, Brasil es el país donante. La variedad argentina CARCARANA INTA, por ejemplo, es de origen brasileña. La variedad DOKO, la dominante en Bolivia, es de Brasil. La tecnología de soja en Paraguay es de Brasil, y la gran parte de los agricultores de soja en Paraguay son brasileños.

El Cuadro 1 presenta las inversiones de 1.7 millones de dólares en estos tres programas, para el período 1980-87. Las inversiones del Cuadro 1 no incluyen los gastos administrativos del Programa.

El objetivo del presente trabajo es presentar una síntesis del estudio internacional realizado en toda la región del Cono Sur abarcada por PROCISUR. Analiza el impacto de dicho Programa sobre el conjunto de los seis países involucrados: Argentina, Brasil, Chile, Bolivia, Paraguay y Uruguay. (Evenson & da Cruz, 1989-b).

Al final del trabajo se presentan las principales conclusiones del estudio internacional con énfasis en los aspectos más directamente relacionados con el PROCISUR, o sea, los efectos del Programa y de la investigación de las regiones vacinas sobre los índices de productividad de trigo, soja y maíz de los respectivos países, cuantificados por tasas internas de retorno.

---

<sup>4</sup> Uno estudio anterior elaborado por Evenson y da Cruz (1989-a) generó una análisis previa de los datos de PROCISUR. El proyecto de evaluación de PROCISUR también incluyó estudios nacionales para Brasil, Paraguay, Bolivia, Uruguay, Argentina y Chile (vease bibliografía).

**CUADRO 1. Inversiones del PROCISUR – 1980-1987. US dólares.**

| País donante       | País receptor |         |         |         |          |         | Total     |
|--------------------|---------------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------|
|                    | Argentina     | Brasil  | Bolivia | Chile   | Paraguay | Uruguay |           |
| <b>I. Maíz</b>     |               |         |         |         |          |         |           |
| Argentina          | –             | 17.867  | 11.418  | 7.641   | 8.595    | 5.394   | 50.915    |
| Brasil             | 28.315        | –       | 22.463  | 5.696   | 26.654   | 11.349  | 94.477    |
| Chile              | 2.562         | 2.192   | 756     | –       | 735      | 1.400   | 7.645     |
| Uruguay            | 3.709         | 4.060   | 2.152   | 4.190   | 2.395    | –       | 16.506    |
| Internacional      | 34.254        | 15.281  | 10.500  | 17.000  | 68.313   | 1.348   | 146.696   |
| Total              | 68.840        | 39.400  | 47.289  | 34.527  | 106.692  | 19.491  | 316.239   |
| <b>II. Soja</b>    |               |         |         |         |          |         |           |
| Argentina          | –             | 13.691  | 14.620  | 4.371   | 2.164    | 4.999   | 39.845    |
| Brasil             | 51.128        | –       | 24.276  | 18.846  | 36.581   | 15.476  | 146.307   |
| Chile              | 2.354         | 5.110   | 842     | –       | 1.718    | –       | 10.024    |
| Uruguay            | 2.745         | 9.895   | 350     | 2.970   | 2.538    | –       | 18.498    |
| Internacional      | 20.145        | 30.982  | 3.876   | 4.263   | 2.801    | 7.428   | 69.495    |
| Total              | 76.372        | 59.678  | 43.964  | 30.450  | 45.802   | 27.903  | 284.169   |
| <b>III. Trigo</b>  |               |         |         |         |          |         |           |
| Argentina          | –             | 15.581  | 11.054  | 18.341  | 12.973   | 10.652  | 68.601    |
| Brasil             | 28.153        | –       | 28.261  | 42.700  | 35.314   | 27.041  | 161.469   |
| Chile              | 12.396        | 33.148  | 10.341  | –       | 10.071   | 13.969  | 79.925    |
| Uruguay            | 457           | 10.858  | 4.134   | 9.316   | 3.304    | –       | 28.069    |
| Internacional      | 16.335        | 97.504  | 18.081  | 43.698  | 9.378    | 30.788  | 215.784   |
| Total              | 57.341        | 157.091 | 71.871  | 114.055 | 71.040   | 82.450  | 553.848   |
| <b>IV. General</b> |               |         |         |         |          |         |           |
| Argentina          | –             | 31.946  | 11.503  | 22.962  | 9.566    | 15.319  | 91.296    |
| Brasil             | 52.101        | –       | 36.744  | 43.198  | 16.281   | 4.096   | 152.420   |
| Chile              | 20.856        | 33.864  | 19.184  | –       | 19.422   | 24.287  | 117.613   |
| Uruguay            | 16.806        | 46.036  | 37.366  | 28.353  | 15.563   | –       | 144.124   |
| Internacional      | –             | 8.675   | 3.634   | 4.097   | 1.602    | –       | 18.008    |
| Total              | 89.763        | 120.521 | 108.431 | 98.610  | 62.434   | 43.702  | 523.461   |
| <b>V. Total</b>    | 292.316       | 376.690 | 271.555 | 277.642 | 285.968  | 173.546 | 1.677.717 |

## METODOLOGIA

La evaluación del impacto económico del PROCISUR en el Cono Sur fué realizada utilizando el método de decomposición de la productividad, el cual exige variables que consideren las relaciones entre gastos con investigación y su impacto sobre la productividad. El método lleva en consideración también las relaciones espaciales entre localización de la región donde la productividad es cuantificada (estado o provincia, por ejemplo) y la localización y orientación del programa de investigación. Para algunas regiones puede existir una estación experimental que desarrolla las innovaciones tecnológicas para esta región. En otros casos, puede no existir en la región una

estación experimental, pero aquella utiliza los resultados de las estaciones experimentales localizadas en regiones vecinas desde el punto de vista geoclimático. En este caso, se espera que las tecnologías producidas fuera de la región sean utilizadas dentro de la región, o sea, que exista lo que en la literatura en inglés se denomina “spill-in”.

El “spill-in” de tecnología es relevante en regiones donde existe programa de investigación. Es también relevante cuando la región receptora está ubicada en un país distinto de aquél que es región de origen de la tecnología.

Existen tres tipos básicos de “spill-in”.

a) **directo** – cuando la tecnología originaria de la región A es directamente adoptada en la región B;

b) **semi-directo** – cuando la tecnología originaria de la investigación de la región A es modificada o adaptada por el programa de investigación de la región B.

c) **indirecto** – cuando innovaciones tecnológicas, material genético y los resultados de investigación de la región A favorecen o estimulan el desarrollo tecnológico de la región B.

Como el PROCISUR no apoya financieramente el desarrollo de tecnologías o de germoplasma en los diversos países del Cono Sur, pero tiene en cambio la misión de facilitar el intercambio entre estos países, el Programa facilita la ocurrencia de “spill-in” tecnológico regional, especialmente del tipo indirecto.

De este modo, para medir el impacto del PROCISUR se requieren datos internacionales y la especificación de todas las interacciones entre los stocks de investigación de los diferentes países involucrados, pero en particular aquellos indicados en regiones geoclimáticas similares.

Dado el hecho que las actividades del Programa pueden provocar cambios en los niveles de productividad, y por lo tanto ser endógenas en el modelo, la evaluación exige la estimación através de ecuaciones simultaneas.<sup>(5)</sup>

Finalmente, otro aspecto a considerar es la interferencia de factores geoclimáticos en el proceso de transferencia tecnológica, tanto para dentro de una determinada región (“spill-in”) como para fuera de la misma (“spill-out”).

En función de los diversos puntos discutidos el modelo utilizado para evaluar el impacto económico del PROCISUR fué estimado dividiéndose su área de actuación en 14 regiones. Ellas son: seis estados brasileños (Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná y Santa Catarina), cuatro provincias argentinas (Santa Fé, Córdoba,

<sup>5</sup> Una característica central de nuestra análisis es que no se tratan las inversiones de PROCISUR como siendo determinadas exogenamente. Se modelan explícitamente los determinantes de esta inversión y se tratan las inversiones de PROCISUR como una variable endógena en las estimativas.

Buenos Aires y La Pampa), Chile, Uruguay, Paraguay y Bolívia. El período de análisis fué 1966/87.

Para ahorrar espacio con la presentación de los datos individuales de rendimientos de todas las regiones, se presenta las tendencias de rendimientos (regresión de rendimientos sobre tiempo - 66/87) para el período considerado en cada región. Son tasas anuales de crecimiento de rendimiento. Multiplicandose por 100 tendremos porcentagens.

Las tasas de crecimiento fueron positivas para todas las regiones. Las tasas son de gran magnitud en muchas regiones. La provincia argentina de La Pampa, con crecimiento de 7 por ciento al año para el caso de maíz, y soja en Córdoba, por ejemplo, son suficientes para justificar el dinamismo de la agricultura del Cono Sur, para los dichos cultivos. Brasil, Bolívia y Paraguay igualmente presentan buenas tasas de crecimiento para maíz y soja.

Las variables utilizadas en el modelo de ecuaciones simultáneas fueron las siguientes:

LIYENLD = Índice de productividad por región, en logaritmos.

Esta variable fué obtenida dividiéndose los rendimientos por hectárea en el período, por el rendimiento medio del período 1966/70.

LORESEXP = Stock de investigación de la región, en logaritmos.

## CUADRO 2. Estimativas anuales de crecimiento de rendimientos.

| Región            | Maíz  | Trigo | Soja  |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Argentina         |       |       |       |
| Buenos Afres      | .0186 | .0209 | .0344 |
| Córdoba           | .0361 | .0263 | .0520 |
| La Pampa          | .0710 | .0285 | -     |
| Santa Fé          | .0247 | .0283 | .0340 |
| Bolívia           | .0090 | .0039 | .0165 |
| Brasil            |       |       |       |
| Minas Gerais      | .0232 | .0237 | .0508 |
| Mato Grosso       | .0164 | .0092 | .0128 |
| Paraná            | .0171 | .0076 | .0209 |
| Rio Grande do Sul | .0164 | .0139 | .0128 |
| Santa Catarina    | .0144 | .0190 | .0095 |
| São Paulo         | .0220 | .0172 | .0197 |
| Chile             | -     | .0171 | -     |
| Paraguay          | .0180 | .0193 | .0032 |
| Uruguay           | -     | .0230 | .0674 |

El stock de investigación fué calculado a través de la suma acumulada de los gastos con investigación, expresados en U\$ dólares. Los gastos entraron en la formación del stock con ponderaciones diferentes ( $t=0$ ;  $t-1=0.2$ ;  $t-2=0.4$ ;  $t-3=0.6$ ;  $t-4=0.8$  y  $t-5=1.0$ ). Los años anteriores a  $t-5$  entraron con peso 1.0.

LEXTA = Intensidad de la extensión.

Esta variable fué medida en términos del número de técnicos extensionistas dividido por el área total cultivada (todos los cultivos), expresadas en logaritmos. Se utilizó la suma de esta relación técnicos/área cultivada en los años  $t-3$ ,  $t-2$ ,  $t-1$  y  $t$ , con los pesos de 0.25, 0.50, 0.25 y 0.0, respectivamente.

LRESEX = Interacción entre stock de investigación y intensidad de extensión.

LSRNR = Interacción entre stock de investigación y stock de investigación de regiones vecinas.

GOOD, POOR, BAD = Variables "dummy", identificando los años como buenos, pobres y malos desde el punto de vista climático.

BRMT, BRSP, BRRS. . . = Variables "dummy" identificando las catorce regiones del estudio.

LRNGH1 = Stock de investigación de regiones vecinas, en logaritmos.

Esta variable fué calculad como sigue:

$LN(\sum G_{ij} \& R_j)$ , donde " $j$ "  $\neq$  " $i$ "

El índice " $j$ " es definido por regiones.  $G_{ij}$  es un peso para impedimentos geoclimáticos, el cual mide las pérdidas en la región " $i$ " asociadas con el uso de tecnología que es óptima en la región " $j$ ". Este peso  $G_{ij}$  es estimado de la manera siguiente:

Utilizandose las regiones 1.9, 2.1, 1.7, 3.8, 3.9, 5.7, 5.1, 4.1, 4.3, 4.4, 6.1 y 6.8 de la clasificación de PAPADAKIS (1960), se establecieron pesos diferenciados para las regiones del PROCISUR, agrupandolas según sus características geoclimáticas. Los pesos fueron estimados para valores de "&" variando entre 1, 2 y 3.

B1.LPRNGH1 = Stock de investigación de regiones vecinas y stock de PROCISUR, en logaritmos.

Esta variable fué definida como  $Ln(\sum_j G_{ij} \& R_j \cdot PR_{ij})$ , para  $i=j$ .

$PR_{ij}$  es el gasto acumulado de PROCISUR, donde " $i$ " es la región receptora, y " $j$ " la región donante.

Esta es una variable clave en el estudio, dado que mide el impacto indirecto de PROCISUR sobre el valor relativo del "spill-in". Se presupone que la variable  $PR_{ij}$  sea la misma para cada estado de Brasil o provincia de Argentina.

Considerando que la variable B1.LPRNGH1 es afectada por el índice de productividad de regiones receptoras y donantes, la estimación exige el uso del método de ecuaciones simultáneas, tipo SUR (Seemingly Unrelated Regression). La demanda por acciones cooperativas a través del PROCISUR aumentará en la medida en que el programa de investigación se fortalece. En otras palabras los países con sistemas de investigación fuertes serán más solicitados a cooperar con los demás.

LN YIELDA = rendimiento del cultivo en la región vecina, con un desfase de 4 años.<sup>(6)</sup>

Esta variable también se identifica como "YEAR".

LN YELDA = a + b. YEAR + c. GOOD + d. POOR.

## RESULTADOS

El Cuadro 3 presenta los valores de R<sup>2</sup> para valores alternativos de "&". Estos parámetros son los pesos (ponderaciones) para los efectos climáticos utilizados en el estudio.<sup>(7)</sup>

Estos resultados muestran que &=1 es el mejor peso estimado para los tres cultivos.

### a) Maíz

El Cuadro 4 presenta las estimaciones obtenidas a través del método SUR para el cultivo de maíz.

Los resultados dieron coeficientes positivos y significantes en los casos de las variables stock de regiones vecinas (LRNGH1), interacción stock de regiones vecinas y PROCISUR (B1.LPRNGH1), lo que significa que el PROCISUR está teniendo impacto positivo en la productividad del maíz en el Cono Sur de América Latina. El efecto total de PROCISUR (LRNGH1 + B1.LPRNGH1) sobre el índice de productividad de trigo es de gastos de dicho Programa' aumenta los rendimientos en casi el 0.5% del área.

### CUADRO 3. Parámetros "&", según pesos alternativos.

| Valores de & | Maíz               |                    | Trigo              |                    | Soja               |                    |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|              | R <sup>2</sup> (1) | R <sup>2</sup> (2) | R <sup>2</sup> (1) | R <sup>2</sup> (2) | R <sup>2</sup> (1) | R <sup>2</sup> (2) |
| & = 1        | .5987              | .7374              | .7215              | .6910              | .7438              | .7098              |
| & = 2        | .5015              | .7258              | .7012              | .6922              | .7429              | .7202              |
| & = 3        | .4377              | .7044              | .6739              | .6878              | .7351              | .7177              |

Estos resultados muestran que & = 1 es el mejor peso estimado para los cultivos.

<sup>6</sup> Países donantes y recibidores son clasificados de acuerdo a la sección INTRODUCCION del texto.

**CUADRO 4. Maíz: Resultados de las estimaciones del estudio internacional – PROCISUR.**

| VAR. DEP.: LIYIELD |                       | R-CUAD. 0.763 |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| Variable           | Coefficiente estimado | Valor de "t"  |
| INTERCEPT          | -1.1024               | -3.22         |
| BRMT               | 0.1173                | 2.13          |
| BRMG               | 0.9994                | 0.150         |
| BRSP               | 0.1321                | 2.13          |
| BRPR               | 0.0097                | 0.19          |
| BRSC               | 0.1155                | 1.93          |
| SANTA FÉ           | 0.531                 | 3.16          |
| CÓRDOBA            | 0.5395                | 3.07          |
| BUENOS AIRES       | 0.4892                | 2.96          |
| LA PAMPA           | 0.9117                | 5.35          |
| URUGUAY            | -                     | -             |
| PARAGUAY           | 0.5725                | 2.35          |
| BOLÍVIA            | -0.0836               | 1.39          |
| CHILE              | -                     | -             |
| LCRESEXP           | 0.0135                | 3.81          |
| LRNGH1             | 0.0321                | 2.55          |
| B1.LPRNSH1         | 0.0165                | 5.36          |
| LRESEX             | 0.0002                | 0.13          |
| LSRNR              | -3.4558e-10           | 2.50          |
| LEXTA              | -0.0649               | 2.39          |
| GOOD               | 0.1009                | 1.71          |
| POOR               | -0.1469               | 6.04          |
| BAD                | -0.3389               | 7.84          |

Para el caso del maíz, la variable interacción entre stock de la región y stock de la región vecina (LSRNR) presentó coeficiente significativo al test "t" de Student. Lo mismo no aconteció con la variable interacción entre stock de investigación e intensidad de extensión en la propia región (LRESEX). Por lo tanto, los datos de extensión no son aparentemente importantes. Por otro lado, no están incluidos los datos de extensión privada, o sea, los datos de extensión están incompletos.

#### b) Trigo

Los resultados de la regresión del estudio internacional, en el caso de trigo se presentan en el Cuadro 5.

<sup>7</sup> La maximización de R-CUADRADO sobre el parámetro alfa es equivalente a la maximización de la suma de los cuadrados en el ecuación. Este procedimiento es equivalente a la estimación por mínimos cuadrados no-lineales para las estimativas de alfa.



**CUADRO 5. Trigo: Resultados de las estimaciones del estudio internacional – PROCISUR.**

| VAR. DEP.: LIYIELD |                       | R-CUAD. 0.676 |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| Variable           | Coefficiente estimado | Valor de "t"  |
| INTERCEPT          | -1.5161               | -4.37         |
| BRMT               | 0.0733                | 1.14          |
| BRMG               | 0.1856                | 3.21          |
| BRSP               | 0.1906                | 3.54          |
| BRPR               | -0.1150               | 2.66          |
| BRSC               | 0.2033                | 3.89          |
| SANTA FÉ           | 0.8728                | 5.82          |
| CÓRDOBA            | 0.7859                | 4.82          |
| BUENOS AIRES       | 0.6171                | 4.02          |
| LA PAMPA           | 0.7534                | 4.88          |
| URUGUAY            | -0.1652               | 1.71          |
| PARAGUAY           | 0.7362                | 3.25          |
| BOLÍVIA            | -0.1776               | 3.34          |
| CHILE              | 0.7440                | 3.26          |
| LCRESEXP           | 0.0058                | 1.85          |
| LRNGH1             | 0.0502                | 3.85          |
| B1.LPRNSH1         | 0.0067                | 3.09          |
| LRESEX             | 1.1033E-11            | 0.16          |
| LSRNR              | -0.0008               | 0.52          |
| LEXTA              | -0.0829               | 3.24          |
| GOOD               | 0.2106                | 4.39          |
| POOR               | -0.2137               | 9.97          |
| BAD                | -0.6269               | 13.11         |

Los resultados presentados indican que el PROCISUR ha tenido impacto positivo en el cultivo de trigo en el Cono Sur. Los coeficientes de las variables stock de regiones vecinas e interacción entre stock de regiones vecinas y PROCISUR son positivos y significantes.

La elasticidad total, o sea la suma de estos dos coeficientes es 0.057, lo que muestra que un incremento de diez por ciento en los gastos de PROCISUR, resulta en un aumento de cerca de 0.57% en el índice de productividad del maíz en el área.

Por otra parte, la variable interacción entre stock de investigación y intensidad de extensión, al igual que en el caso del maíz, tampoco presentó coeficiente con signo positivo.

Finalmente, otro resultado importante se refiere a la variable interacción entre stock de investigación y stock de investigación de la región veci-

na. El coeficiente fué significativo, lo que indica que la investigación de la región vecina es complementaria, según sea el caso, en relación con aquella realizada en el país. En síntesis, significa que las acciones de cooperación via PROCISUR permite a los países involucrados ahorrar recursos en la investigación de maíz, por la suma de esfuerzos cuyos resultados se comparten.

### c) Soja

El Cuadro 6 presenta los resultados de la regresión estimada para el caso de la soja.

Al igual que en los casos del trigo y del maíz, los resultados indican que el PROCISUR ha tenido impacto positivo en la productividad de la soja.

Los coeficientes de las variables LRNGH1 (stock de regiones vecinas) y B1.LPRNGH1 (interacción entre stock de regiones vecinas y stock de PROCISUR) fueron positivos y significantes al test "t".

**CUADRO 6. Soja: Resultados de las estimaciones del estudio internacional – PROCISUR.**

| VAR. DEP.: LIYIELD |                       | R. CUAD. 0.7568 |
|--------------------|-----------------------|-----------------|
| Variable           | Coefficiente estimado | Valor de "t"    |
| INTERCEPT          | -1.382163             | -3.2563         |
| BRMT               | -0.377635             | -4.9159         |
| BRMG               | 0.269072              | 3.5544          |
| BRSP               | -0.015737             | -0.2275         |
| BRPR               | 0.062937              | 1.2890          |
| BRSC               | -0.128030             | -1.9277         |
| SANTA FÉ           | 0.285174              | 1.2502          |
| CÓRDOBA            | 0.257787              | 1.0874          |
| BUENOS AIRES       | 0.213653              | 0.9557          |
| URUGUAY            | -0.430102             | -2.8053         |
| PARAGUAY           | 0.286110              | 0.8795          |
| BOLÍVIA            | -0.00382379           | -0.0564         |
| LCRESEXP           | -0.00202008           | -0.5012         |
| LRNGH1             | 0.066945              | 5.2390          |
| B1.LPRNSH1         | 0.014513              | 5.6576          |
| LRESEX             | -0.066123             | -3.8937         |
| LSRNR              | -0.0066175            | 3.4689          |
| LEXTA              | -0.030516             | -0.8055         |
| GOOD               | 0.201270              | 3.5297          |
| POOR               | -0.183855             | -6.5451         |
| BAD                | -0.384043             | -9.3638         |

El efecto total de PROCISUR (LRNGH1 + B1.LPRNGH1) fué 0.080, lo que significa que un aumento de 10% en el presupuesto de PROCISUR produce un incremento del casi 1% en los índices de productividad de la soja.

La variable interacción entre stock de investigación de la región con el stock de la región vecina (LSRNR) presentó coeficiente significativo al test "t", pero con signo negativo. Este resultado indica que, según el modelo, existe una relación de sustituibilidad entre los dos stocks. En este caso, la región receptora se estaría beneficiando de la investigación de soja de la región vecina (donante), y por lo tanto, ahorrando recursos en la medida en que existan facilidades de intercambio entre estas dos regiones, objetivo básico del PROCISUR.

En general, los resultados presentados indican que para los tres cultivos analizados, el stock de investigación ha contribuido efectivamente para el crecimiento del índice de productividad.

Finalmente, cabe resaltar que para medir el efecto neto del PROCISUR por rubro y en cada una de las catorce regiones del estudio, basta multiplicar la elasticidad total (LRMGH1 + B1.LPRNGH1) por el nivel medio de gasto de dicho Programa, en cada una de estas regiones. El Cuadro 7 resume dicho impacto económico del PROCISUR en los tres cultivos analizados, medido en términos de tasas internas de retorno. Para obtenerse tasas internas de retorno con base en elasticidades, se hace la conversión de la elasticidad de la productividad total de un factor para el producto marginal de inversiones en investigación (Evenson, 1987).

Los programas de maíz y de soja en Brasil tuvieran tasas de retorno más altas que los programas nacionales de la región del PROCISUR como un todo. La área de impacto en Brasil es muy grande. Son aproximadamente 25 millones de hectáreas de maíz y 20 millones de hectáreas de soja culti-

**CUADRO 7. Tasas internas de retorno de los programas nacionales en la región de PROCISUR (Incl. Brasil), de Brasil y del PROCISUR.**

| Cultivo | Programas nacionales<br>(Incl. Brasil) | EMBRAPA<br>(Progr. de Brasil) | PROCISUR |
|---------|--|-------------------------------|----------|
| Maíz    | 26%                                    | 36%                           | 191%     |
| Trigo   | 78%                                    | 39%                           | 110%     |
| Soja    | 41%                                    | 50%                           | 179%     |

Fuente: Resultados del modelo de Evenson & Da Cruz (1989-B)<sup>(8)</sup>

<sup>8</sup> La tasa interna de retorno es la tasa de interés descuentada en la cual los beneficios bajo descuento sobre los períodos futuros es igual a uno en el período t.

vadas anualmente en territorio brasileño. Para el caso de trigo, el impacto de los programas de INTA (Argentina) y INIA (Chile) son superiores a los de los otros países de la región del Cono Sur.

Sin embargo, el objetivo de el presente estudio no es comparar tasas de retorno de los programas nacionales de investigación. La principal tarea de la presente investigación es de determinar los efectos intensificadores del PROCISUR sobre los programas nacionales. Estos efectos están presentados en la ultima columna de los resultados. Tratase de tasas de retorno extraordinariamente altas, más altas que las tasas de retorno de los centros internacionales de investigación. Las tasas de retorno del programa PROCISUR demuestran la naturaleza de los impactos de la transferencia indirecta (know-how) de la tecnología.

Para comparaciones adicionales de las tasas internas de retorno del programa PROCISUR, se presentan a seguir los resultados de algunos estudios hechos en latinoamérica.

**CUADRO 8. Tasas internas de retorno para países latinoamericanos: una muestra de estudios efectuados hasta ahora.**

| Autor                  | Año  | País     | Producto       | Tasa - % |
|------------------------|------|----------|----------------|----------|
| Avila                  | 1981 | Brasil   | Arroz irrigad. | 87-119   |
| Barletta               | 1970 | México   | Trigo          | 90       |
| Barletta               | 1970 | México   | Mafz           | 35       |
| Ayer                   | 1970 | Brasil   | Algodón        | 77       |
| Hines                  | 1972 | Peru     | Mafz           | 35-40    |
| Barbosa, Cruz, Avila,  | 1988 | Brasil   | Aggreg.        | 41       |
| Da Cruz, Palma, Avila  | 1982 | Brasil   | Aggreg.        | 22-43    |
| Hertford, Ardilla      | 1977 | Colombia | Arroz          | 60-82    |
|                        |      |          | Soja           | 79-96    |
|                        |      |          | Trigo          | 11-12    |
| Wennergren y Whitakker | 1977 | Bolivia  | Ovejas         | 44       |
| Scobie & Posada        | 1978 | Bolivia  | Trigo          | -48      |
| Norton-Ganoza          | 1987 | Peru     | Arroz          | 79-96    |
| & Pomarea              |      |          | Arroz          | 17-44    |
|                        |      |          | Mafz           | 10-31    |
|                        |      |          | Trigo          | 18-36    |
|                        |      |          | Papas          | 22-42    |
|                        |      |          | Frijol         | 14-24    |
|                        |      |          | Agreg.         | 17-38    |
| Monteiro               | 1975 | Brasil   | Cacao          | 16-18    |
| Fonseca                | 1976 | Brasil   | Café           | 23-26    |

**CUADRO 8. Cont.**

| Autor             | Año   | País     | Producto    | Tasa - % |
|-------------------|-------|----------|-------------|----------|
| Moricochi         | 1978  | Brasil   | Citrus      | 18-28    |
| Ribeiro           | 1982  | Brasil   | Arroz       | 36       |
|                   |       |          | Algodón     | 69       |
|                   |       |          | Soja        | 48       |
| Pinazza & Gemente | 1983  | Brasil   | Cana azucar | 35       |
| Roessing          | 1984  | Brasil   | Soja        | 45       |
| Ambrosi & Da Cruz | 1984  | Brasil   | Trigo       | 59       |
| Ayres             | 1985  | Brasil   | Soja        | 46       |
| Evenson & Da Cruz | 1989b | Cono Sur | Países      | 26-78    |
| Evenson & Da Cruz | 1989b | PROCISUR | Programa    | 110-179  |

**IMPLICACIONES**

Los resultados indican que PROCISUR, a pesar de ser un programa relativamente pequeño (solamente uno por ciento de los gastos nacionales de la mayoría de los países), tiene un efecto intensificador extraordinariamente alto. Dicho programa demuestra claramente su efectividad y sus altos beneficios. Las indicaciones del presente estudio sugieren la continuación de dicho programa y su expansión.

Considerando estos resultados, un punto importante a destacar en su discusión es el hecho que, en los tres cultivos analizados existe una interacción positiva entre los stocks de las regiones vecinas y los índices de productividad dentro de cada una de las regiones estudiadas. Esto significa que se ha constatado la existencia de efectos indirectos del Programa en su región de actuación.

Una aclaración es importante. Una vez que las inversiones en PROCISUR son bajas, virtualmente cualquier impacto en los rendimientos genera altas tasas de retorno. Una otra limitación importante es que la cooperación internacional de otros programas no fué incorporada. Es posible, por ejemplo, que algunas de las estimativas de PROCISUR tengan una sobrestimación por la no inclusión de datos de CIMMYT o CIAT. Se recomiendan estudios complementarios futuros para incorporar los datos de estas instituciones en las análises.

**REFERENCIAS**

AVILA, A.F.D. **Evaluación del impacto del PROCISUR sobre la productividad de trigo, soja y maíz en Bolivia.** New Haven: IICA/BID/PROCISUR, 1989. 25p.

- AVILA, A.F.D.; FERRARI, R. **Transferencia inter-regional de tecnología agrícola y evaluación del impacto del PROCISUR en Paraguay**. New Haven: IICA/BID/PROCISUR, 1989. 58p.
- CAMPOS, A.; ORTIZ, C. **Análisis de las variables que han afectado los rendimientos de trigo en Chile**. Santiago: INIA, 1989. 95p.
- CRUZ, E.R. da; AVILA, A.F.D. **Technology spill-over in the IICA/PROCISUR Region: the case of Brazil**. New Haven: IICA/BID/PROCISUR, 1989. 37p.
- CRUZ, E.R. da. **Transferencia inter-regional de ganhos de produtividade da terra e política tecnológica para agricultura**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1987. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 28).
- CRUZ, E.R. da, EVENSON, R.E. **Technology Transfer (Spillover) Methods of Analysis with Examples from Brazil**. [S.l.]: Yale, 1988. Mimeo, 37p.
- ECHEVERRIA, R.; ISNAR, S. **Report on Agricultural Research Systems**. [S.l.], 1989. Mimeo.
- EVENSON, R.E. Productivity Decomposition Methods for Evaluation of Agricultural Research Systems Impacts. In: EVENSON, R.E.; CRUZ, E.R.; AVILA, A.F.D.; PALMA, V. (Eds.). **Economic Evaluation of Agricultural Research: Methodologies and Brazilian Applications**, New Haven: EMBRAPA/Economic Growth Center – Yale University, 1987. Chapter II.
- EVENSON, R.E. Observations of Brazilian agricultural research and productivity. **Revista de Economía Rural**, v.20, n.3, 1982.
- EVENSON, R.E. **Organizational and Structural Characteristics Principles**. In: EVENSON, R.; CRUZ, E.R.; AVILA, A.F.D.; da PALMA, V. (Eds.) **Economic Evaluation of Agricultural Research: Methodologies and Brazilian Applications**. New Haven: EMBRAPA/Yale University, 1988. Chapter I.
- EVENSON, R.E.; CRUZ, E.R. da. **The Impacts of the PROCISUR Program: An International Study**, New Haven: IICA/BID/PROCISUR, 1989a. 70p.
- EVENSON, R.E.; CRUZ, E.R. da. **The Impacts of the PROCISUR Program: An International Study-Informe Final de la Continuación de la consultoría de Robert Evenson junto a IICA/BID/PROCISUR**. [S.l.: s.n.], 1989b. 26p.
- FERREIRA, G.; CRUZ, E.R. da. **Modelo econométrico para la medición del impacto de la investigación agrícola sobre la productividad: el enfoque de dualidad aplicado al Uruguay**, Montevideo: IICA/BID/PROCISUR, 1989.
- GASTAL, E. **Coordinación y Evaluación de un Proyecto Cooperativo de Investigación Agropecuaria – el PROCISUR**. Paipa, Colombia: [s.n.], 1988. 31p. Trabajo presentado en el Seminario Latinoamericano sobre Mecanismos de Evaluación en Instituciones de Investigación Agraria.
- HUFFMAN, R.; EVENSON, R.E. **Methods of Productivity Decomposition Evaluation-A Review**. New Haven: Yale Univ., 1989, Mimeo.
- PAPADAKIS, J. **Geografía agrícola mundial**. Barcelona: Salvat, Ed., 1960. 649p.
- PARELLADA, G.; BIONDOLILLO, A.L. **Evaluación del impacto del PROCISUR en la productividad de trigo, maíz y soja en la area pampeana argentina**. Buenos Aires: IICA/BID/PROCISUR, 1989. 18p.
- R. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, 28(4):109-122, Out./Dez. 1990