

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR  
IICA/BID/PROCISUR

EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL PROCISUR: UNA SINTESIS

*Editores:*

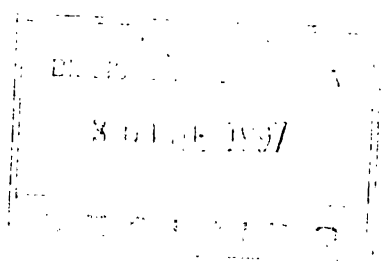
Antonio Flavio Dias Avila, EMBRAPA  
Elmar Rodrigues da Cruz, EMBRAPA  
Horacio H. Stagno, IICA

*Versión Sin corregir*



10A-0117

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR  
IICA/BID/PROCISUR



EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL PROCISUR: UNA SINTESIS

*Editores:*

Antonio Flavio Dias Avila, EMBRAPA  
Elmar Rodrigues da Cruz, EMBRAPA  
Horacio H. Stagno, IICA

*Versión Sin corregir*

022130R

113

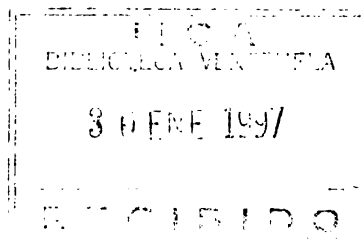
E14

3

~~TICA~~  
~~E14~~  
113

BV-009558

00001952



## INDICE

Página

Presentación .....	11
1. INTRODUCCION .....	01
2. ESTUDIOS NACIONALES: ASPECTOS METODOLOGICOS Y RE- SULTADOS .....	02
2.1 Evaluación del impacto del PROCISUR en Argentina ...	02
2.2 Evaluación del impacto del PROCISUR en Bolivia .....	07
2.3 Evaluación del impacto del PROCISUR en Brasil .....	12
2.4 Evaluación del impacto del PROCISUR en Chile .....	25
2.5 Evaluación del impacto del PROCISUR en Paraguay ....	28
2.6 Evaluación del impacto del PROCISUR en Uruguay .....	33
3. EL IMPACTO INTERNACIONAL DE PROCISUR .....	39
3.1 Metodología .....	39
3.2 Resultados .....	44
3.3 Conclusiones y Recomendaciones .....	49
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
4.1 Conclusiones .....	50
4.2 Recomendaciones Generales .....	51
5. REFERENCIAS .....	53



PRESENTACION

*(Será reemplazada)*

Esta síntesis fué solicitada a sus autores con el propósito de contar con un documento en español que reuniera en un resumen los principales elementos de los estudios por país. Este documento, que ahora presentamos, se basa en los trabajos de Evaluación de la Transferencia Inter-regional de Tecnología Agrícola realizada en cada país miembro del PROCISUR, cuya orientación metodológica y cuyos trabajos principales contaron con el valioso aporte del Profesor Dr. Robert Evenson de la Universidad de Yale.

Por consiguiente, expresamos nuestro reconocimiento a sus autores y especialmente a los funcionarios que realizaron los trabajos básicos por país, a saber:

- .Argentina, Gabriel Parellada y Aldo L. Biondolillo de INTA;
- .Bolivia, Antonio Flavio Dias Avila, de EMBRAPA;
- .Brasil, Elmar Rodrigues da Cruz y Antonio Flavio Dias Avila, de EMBRAPA;
- .Chile, Arturo Campos Mackenzie y Claudio Ortíz Rojas del INIA;
- .Paraguay, Antonio Flavio Dias Avila, de EMBRAPA y Raúl Ferrari, de DIEAF-MAG;
- .Uruguay, Gustavo Ferreira, de CIAAB y Elmar Rodriguez da Cruz, de EMBRAPA.

Edmundo Gastal





# EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DEL PROCISUR:

## UNA SINTEISIS\*

Antonio Flavio Dias Avila\*\*

Elmar Rodrigues da Cruz\*\*

Horacio H. Stagno\*\*\*

### 1. 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 tecnico-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 America Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay).

Desde su creación fueran 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, con el apoyo financiero del BID, decidió evaluar el impacto económico del Programa, tanto a nivel del Cono Sur (estudio internacional), como a nivel de cada uno de los países participantes (estudios nacionales). Para ese fin contó con la participación del Prof. Robert Evenson, quien tiene amplia experiencia tanto en evaluaciones de impacto de ámbito internacional e inter-regional, como en evaluaciones de programas

---

\* - Sintesis de los estudios nacionales y del estudio internacional de evaluación del impacto económico del PROCISUR, realizado por recomendación de la Comisión Directiva del Programa, bajo la coordinación del Prof. Robert Evenson, Universidad de Yale (USA).

\*\* - Tecnicos de EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria

\*\*\*- Tecnico del IICA, Escritório en Brasil.



e instituciones nacionales de investigación agrícola. El Prof. Evenson coordinó el equipo de trabajo que contó con la participación de destacados especialistas de cada país, en la realización de los estudios nacionales.

Este trabajo presenta inicialmente un resumen de los aspectos metodológicos más relevantes de cada estudio nacional, así como los principales resultados obtenidos. La metodología utilizada fue similar para la mayor parte de los casos, salvo el de Uruguay, que, debido a la información disponible permitió desarrollar un enfoque más amplio. Por decisión del grupo involucrado en la evaluación y la dirección del Programa, se decidió realizar los estudios solamente a nivel de tres rubros: trigo, soja y maíz.

El documento presenta también un síntesis del estudio internacional realizado a nivel de 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.

Al final del informe se presenta las principales conclusiones de los estudios nacionales y 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 vecinas sobre los índices de productividad de trigo, soja y maíz de los respectivos países.

## **2. ESTUDIOS NACIONALES: ASPECTOS METODOLOGICOS Y RESULTADOS**

### **2.1 Evaluación del Impacto del PROCISUR en Argentina\***

#### **2.1.1 Area de cobertura del estudio**

El estudio de evaluación del impacto de PROCISUR en Argentina fue realizado para las provincias de La Pampa, Santa Fe y Córdoba, involucrando los tres productos (trigo, soja y maíz). En el caso de la soja se excluyó la Provincia de La Pampa, donde el cultivo es muy reciente y se incluyó Buenos Aires.

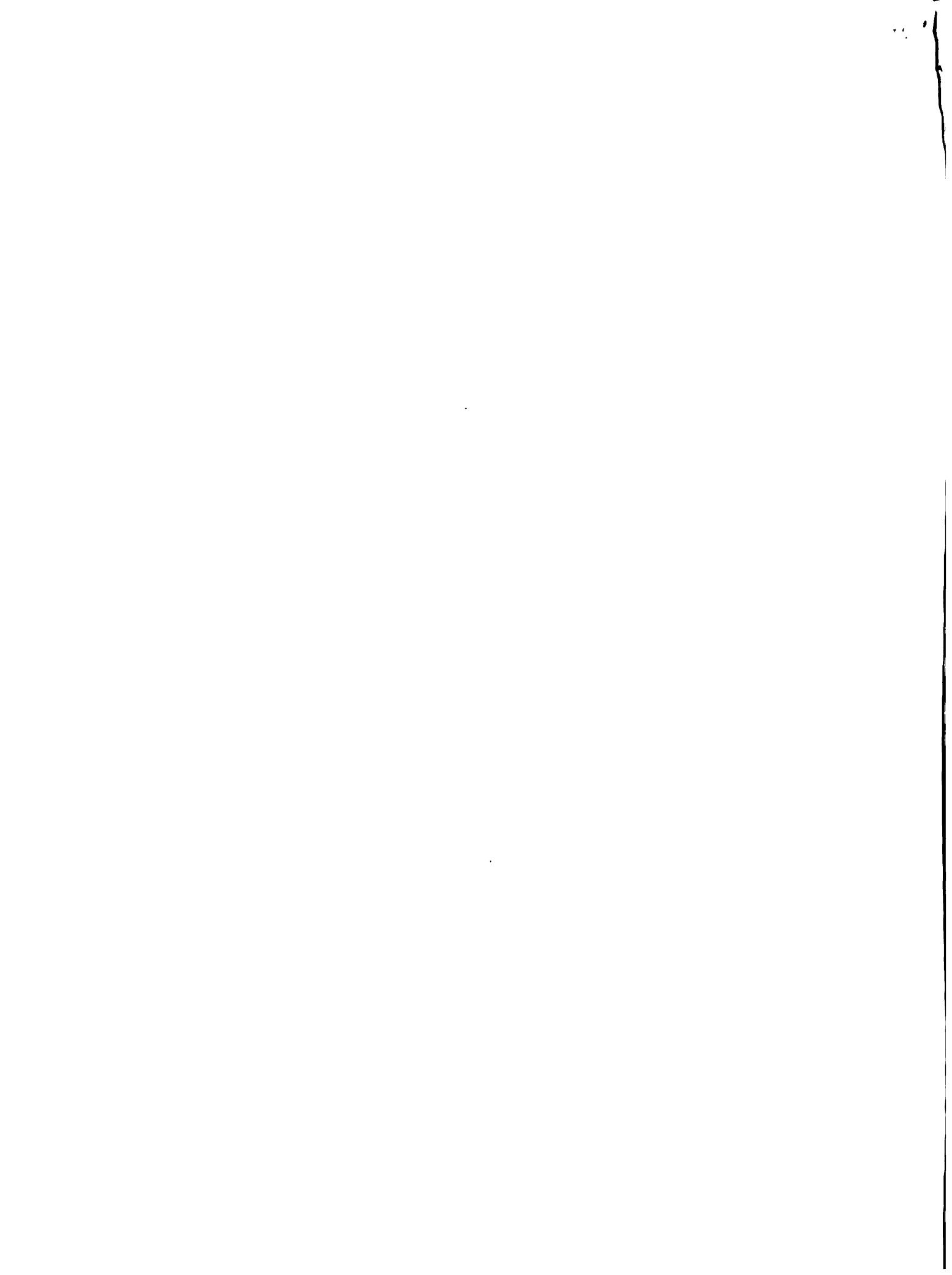
El periodo de análisis comprendió el lapso 1966 a 1987.

#### **2.1.2 Aspectos metodológicos**

A los fines de captar el impacto económico que el PROCISUR ha tenido sobre la producción de trigo, maíz y soja se

---

\* Para mayores detalles consultar el estudio completo (PARELLADA & BIONDOLILLO, 1989).



ha estimado estadísticamente la significancia de un conjunto de variables, principalmente aquellas asociadas a la actividad de investigación y desarrollo tecnológico.

Al efecto se utilizó un índice simple de Productividad de Factores (IPF) como la variable sobre la cual repercuten las distintas actividades promovidas por el PROCISUR.

La metodología mencionada incorpora la idea que las inversiones en investigación agropecuaria llevada a cabo por los organismos de investigación y extensión (INTA, en este caso) a través del uso de fondos propios y/o de organismos internacionales, genera un aumento en la productividad de los factores, adicional a la influencia que puedan tener otros elementos sobre el cambio tecnológico. Es decir, los índices de productividad varían conforme al desempeño de variables de naturaleza económica (tipo de cambio, inflación, etc.), de variables de tipo climático (temperatura ambiente, humedad, etc), y de variables asociadas a la actividad de investigación y desarrollo agropecuario propiamente dichas. Todos estos elementos trabajan en forma combinada en sentidos a veces encontrados pero que, en última instancia, determinan los valores de los índices de productividad que interesa medir. En consecuencia, es imprescindible que un análisis del impacto de la investigación agropecuaria sobre la productividad de los factores, sea capaz de separar los efectos individuales de cada uno de este conjunto de variables que mencionamos.

De acuerdo a lo puntualizado previamente, se planteó una regresión de la forma:

$$IP = f(IN;POL) \quad (1)$$

donde IP es el Índice de Productividad para cada cultivo y región analizada; IN es el conjunto de variables que miden los esfuerzos en investigación tanto por parte del INTA como por parte de otros organismos y finalmente POL es el conjunto de variables de "política", es decir, variables que miden condiciones económicas generales del sector y específicas de los cultivos.

Es importante señalar que momentáneamente se han excluido variables que permitan captar la influencia de la investigación llevada a cabo en otras áreas sobre las provincias en las que se centra el análisis. Del mismo modo, se ha dejado momentáneamente de lado el impacto de la investigación en otros países vecinos sobre la productividad en Argentina. El análisis conjunto del impacto del PROCISUR sobre los países participantes permite obtener información al respecto cuya relevancia quede tal vez minimizada cuando se estudia un país en particular, como en este caso.

Las regresiones fueron estimadas utilizando el método de regresiones aparentemente no relacionadas ("seemingly unrelated regression"), dado que el método de estimación por mínimos cuadrados no presentó resultados satisfactorios. A pesar



de que los datos corresponden a cada una de las provincias y cada uno de los tres cultivos, se agregaron los mismos ("pooled data"). Es decir, se formularon tres ecuaciones, una para cada cultivo. De esta forma cada ecuación contiene la información de las cuatro provincias. Con el fin de distinguir los datos de las respectivas provincias, se utilizaron variables "dummy".

A continuación se presenta una breve descripción de los datos utilizados:

a) Inversiones en investigación del INTA

Con relación a las inversiones efectuadas por el INTA, se partió de recabar el valor total de las inversiones efectuadas en investigación excluyendo los gastos de personal. Con esta información se procedió a asignar los gastos en investigación en cada una de las actividades (soja, maíz, trigo) y en cada una de las provincias que interesa (Buenos Aires, Santa Fé, La Pampa y Córdoba). Para la asignación de los fondos, se recabó información en cuanto a número de publicaciones generadas por cada regional del INTA para todo el periodo en estudio y de allí se extrajo la proporción que corresponde a los cultivos mencionados, obteniéndose una serie de ponderación. Seguidamente, se utilizaron dichos factores de ponderación para distribuir el gasto en investigación total del INTA por cultivo y por provincia.

Una vez obtenida la información, se distribuyó el gasto a lo largo de los años para montar el stock, teniendo en cuenta el criterio según el cual la inversión en tecnología hecha durante el presente año tiene impacto no sólo en dicho año, sino que se distribuye en períodos subsiguientes en forma creciente al principio y luego decreciente. Conforme con ello, se procedió a distribuir el gasto anual, con lo que se obtuvo una serie para las inversiones del INTA, en dólares corrientes.

b) Gastos del PROCISUR

Para determinar las inversiones efectuadas por PROCISUR, se tomó el costo en dólares de las actividades del Programa cuyos beneficiarios hayan sido técnicos argentinos. Así, por ejemplo se consideró el gasto en un consultor venido a Argentina como inversión de PROCISUR en Argentina, o gastos en seminarios donde hayan participado argentinos, como inversión de PROCISUR en Argentina. Por el contrario, el gasto incurrido por la visita, como consultor, de un técnico argentino a otro país no fué considerado como inversión del PROCISUR en Argentina.

El stock de PROCISUR fué calculado considerando el hecho de que las actividades e inversiones se iniciaron hace relativamente poco, razón por la cual al gasto no se lo distribuyó más que sumando el gasto de un año con el de los años subsiguientes.





### c) Índice de productividad

Con el fin de medir la productividad se tomó como índice el rendimiento por hectárea cosechada de los cultivos mencionados para cada una de las provincias involucradas en el análisis. Es decir, se obtuvo un índice de productividad simple.

### d) Salarios

Se tomó la serie de índices de salario del peón rural, producidos en forma periódica por los Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (CREA) de Argentina. Los índices se refieren a salarios reales con base en el año 1960.

### e) Precios de productos

Los precios de los cultivos fueron obtenidos en moneda corriente y luego deflactado por el Índice de Precios Mayoristas Nivel General de la Argentina. Se tomó el precio medio anual de contado, que publica la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

### f) Clima

El método de construcción de la variable fué el de efectuar una regresión entre la producción media por hectárea cosechada en una cierta provincia sobre una variable de tendencia. El valor que fueron adoptando los residuos se lo consideró como los cambios en productividad atribuibles a factores no sistemáticos, tal como el clima, por ejemplo. Con el fin de evitar problemas de multicolinealidad, se utilizaron los residuos de las respectivas regresiones como proxy de clima para las ecuaciones de los otros dos cultivos.

### g) Brecha cambiaria

En el cálculo de la brecha cambiaria se tomó la cotización del dólar en ambos mercados (libre y oficial) y se calculó el porcentaje del valor del mercado paralelo sobre el oficial. De modo que los valores mayores que cien muestran una "sobreevaluación" cuando el índice cae por debajo de cien.

### h) Actividades de extensión

Para medir las actividades de extensión se tomó la información referida a la cantidad de extensionistas con que cuenta el INTA en las distintas regionales bajo análisis, para todo el periodo y se los ponderó por el número de explotaciones por jurisdicción. De tal forma, se obtuvo una medida de la intensidad de los servicios de extensión para las distintas provincias, aunque no para los respectivos cultivos.



### 2.1.3 Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1, a continuación.

Cuadro 1 - Resultados de las ecuaciones de regresión de Maiz, Trigo y Soja, Argentina, 1966/87

VARIABLES	Maiz	Trigo	Soja
Constant	30.1722 (6.4)	14.7391 (8.07)	2.2549 (1.03)
Santa Fé	-1.43270 (-0.57)	2.2387 (2.41)	14.5134 (8.84)
Cordoba	7.32200 (-3.14)	-1.2073 (-1.38)	9.8383 (6.57)
La Pampa	-13.90700 (-4.67)	3.9646 (-3.49)	- -
Buenos Aires	- -	- -	11.0536 (5.80)
Extensión	0.5638E-2 (2.40)	0.2024E-3 (0.20)	0.3653E-2 (2.35)
Brecha cambiaria	0.2806E-1 (2.20)	0.2353E-1 (4.60)	0.2481E-1 (3.08)
Salarios	-0.2683 (-3.38)	-0.8454E-1 (-2.64)	-0.2368 (-4.75)
PROCISUR	0.1010E-3 (2.77)	0.4559E-4 (1.95)	0.3381E-4 (1.45)
Interacción INTA/ PROCISUR	0.3279E-9 (-1.25)	0.5602E-10 (0.74)	-0.2102E-9 (-1.57)
INTA	0.00002 (1.40)	0.4702E-6 (0.18)	0.2098E-4 (2.54)

Obs: Los valores entre parentesis son los valores de "t" de Student

Los resultados obtenidos de la regresión son, en general, satisfactorios. Las variables que cuantifican las inversiones del INTA en investigación para cada uno de los cultivos resultaron significativas para dos de las ecuaciones (maiz y soja). El signo del parámetro fué el esperado (positivo), es decir que un aumento en los gastos en investigación por parte del INTA genera una mayor productividad de los factores. En el caso de los gastos efectuados por PROCISUR, se observa una situación en la que los signos de los parámetros son positivos, mostrando que un aumento en los gastos del Programa ha contribuido a incrementar la productividad de los factores en los tres cultivos analizados.

El parámetro que capta la interacción entre los gastos del INTA y del PROCISUR resulta significativo en maiz y soja, aunque con signo negativo. Ello aparentemente mostraría el hecho de que las actividades desarrolladas por el INTA y PROCISUR son competitivas en el ámbito de la región Pampeana Argentina. Hubiese sido interesante tal vez incorporar alguna variable que



permita hacer interactuar a los gastos del INTA y del PROCISUR no sólo en Argentina, sino en los países vecinos para así ver si existía y en que medida algún grado de complementariedad entre las dos actividades.

#### 2.1.4 - Conclusiones

La posibilidad de determinar cuáles son los principales elementos que contribuyen a un aumento de la productividad en el sector de trigo, maíz y soja constituye un aporte fundamental para el desarrollo no sólo del sector agropecuario argentino, sino además del conjunto económico nacional, tal como se desprende de los antecedentes presentados.

Del análisis efectuado en el presente trabajo se extrae con total claridad la conclusión de que las inversiones efectuadas tanto por el INTA como por el PROCISUR han contribuido positivamente en el mejor aprovechamiento de los recursos productivos de la Región Pampeana Argentina, al menos en lo que respecta a trigo, maíz y soja.

Asimismo, se percibe que la inversión en investigación agropecuaria requiere de un mecanismo adecuado de extensión, lo cual constituyó un elemento tan importante como lo ha sido el propio proceso de investigación en el sector.

### 2.2 Evaluación del Impacto de PROCISUR en Bolivia\*

#### 2.2.1 Area de cobertura del estudio

El estudio de evaluación del impacto económico del PROCISUR en Bolivia fué desarrollado involucrando los programas de investigación de trigo, maíz y soja, los tres más importantes sub-programas de cooperación de dicho Programa en este país.

El período de análisis del estudio es el comprendido entre 1975 y 1988. La ausencia de datos sobre los gastos en investigación y extensión anteriores a 1975, no permitió utilizar un período de análisis más prolongado.

#### 2.2.2 Aspectos metodológicos

El modelo utilizado en el estudio es el mismo establecido para los demás estudios de evaluación de impacto económico de PROCISUR, el que fuera utilizado en estudios anteriores (EVENSON, 1985; CRUZ, 1987; EVENSON & CRUZ, 1989).

---

\* - Para mayores detalles sobre el impacto del PROCISUR en Bolivia consultar AVILA (1989).



Para la evaluación de PROCISUR en Bolivia el modelo utilizado tuvo la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{IPRBOL}_j &= a_j + b.i\text{STINBOL}_{jt} + c.i\text{ITEXBOL}_{jt} + d.i\text{STINRGV}_{jt} \\ &+ e.i\text{STGPSU}_{jt} + f.i\text{INBOPSU}_{jt} + g\text{INBORG}_{jt} + \\ &h.i\text{INPSURGV}_{jt} + l.\text{REGV}_{jt} + E_t \end{aligned}$$

donde:

**IPRBOL** = Índice de productividad del cultivo j (maiz, trigo o soja) en Bolivia;

**STINBOL** = Stock de la investigación del cultivo j en Bolivia;

**ITEXBOL** = Intensidad de la extensión en Bolivia;

**STINRGV** = Stock de la investigación del cultivo j, en la región vecina k (Región Centro Oeste, Brasil o de EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, según el caso);

**INBOPSU** = Interacción entre stock de la investigación del cultivo j de la región k, con stock de PROCISUR (gastos de otros países para Bolivia);

**INPSURGV** = Interacción entre stock PROCISUR y stock región vecina k;

**REGV** = Rendimiento del cultivo j en la región vecina k, con un desfase de 1 a 3 años.

a, b, c, d, e, f, g, h, l = Coeficientes de las variables.

Las diversas variables del modelo básico fueron calculadas para cada año del periodo 1975-88 como se describe a continuación:

a) Índice de productividad (IPRBOL):

El índice de productividad de año t fué calculado dividiendo el rendimiento medio trienal (t-2, t-1, y t), por el rendimiento del año 1975 (año inicial de la serie).

b) Stock de investigación (STINBOL, STINRGV y SGPSUOB)

Se calculó el stock sumando para cada año de la serie 1975-88 los gastos de investigación del IBTA, Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, de los años anteriores, multiplicados por un peso que cambió entre 0.2 y 1.00, según metodología propuesta por EVENSON (1987). En esta metodología de cálculo, los gastos de los años más cercanos al año t no entran con peso





integro en la formación del stock, o sea: en el año t-1, peso=0.2; t-2, peso=0.4; t-3, peso=0.6; t-4, peso=0.8; y t-5 y años anteriores, peso=1.0; t-(n-1)=1.0. Por otro lado, el año t entra con peso 0 (cero).

En el stock de investigación de Bolivia no se incluyeron los gastos del CIAT - Centro de Investigación de Agricultura Tropical, responsable por la investigación en el Departamento de Santa Cruz, dado que esos datos no fueron colocados a disposición para la realización del estudio. Como éste tiene el objetivo principal de evaluar el impacto del PROCISUR y no la investigación de Bolivia, se decidió calcular el stock sin tales datos. A pesar de que el Stock es solamente el del IBTA, se espera que sean suficientes para el objetivo de esta evaluación.

El stock de investigación de EMBRAPA fué utilizado para los casos de las evaluaciones de trigo y soja, dado que el stock de investigación de la región Centro Oeste no era representativo para estos dos cultivos a nivel de Brasil, y también, porque para estos dos cultivos los centros de investigación de EMBRAPA localizados en la región Sur han tenido participaciones muy efectivas, lo que no podría ser captado con la variable stock de la región Centro Oeste de Brasil.

c) Intensidad de extensión (ITEXBOL):

El stock de la extensión boliviana (STEX) utilizado en la evaluación, se calculó usando la misma fórmula establecida en el estudio para la evaluación de Brasil, Paraguay y del Cono Sur como un todo, o sea:

$$STEX(t) = 0.5 * GTEX(t-3) + 1.0 * GTEX(t-2) + 1.0 * GTEX(t-1) + 0.5 * GTEX(t)$$

donde GTEX son los gastos en extensión y STEX es el stock de investigación.

La intensidad de la extensión (ITEX) fué determinada dividiéndose el stock de la extensión por el área media de cultivo de cada uno de los rubros (j), en el periodo 1975/88, o sea:

$$ITEXt = STEXt / \text{Area cultivada média } j$$



### 2.2.3 Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se presentan los coeficientes de elasticidad de las ecuaciones de regresión estimadas para los casos del trigo, soja y maiz.

Cuadro 2 - Coeficientes de elasticidad de las ecuaciones de regresión de trigo, soja y maiz. Bolivia, 1975/88.

Variables	Ecuaciones de Regresión		
	Trigo	Soja	Maiz
STINBOL	-.216447	.276847	-.970304
INBOPSU	.182550	.186224	-.014026
INBOEMB	-	-	.609810
ITEXBOL	.454806	-	-.082242
IPSUEMB	-	-.179953	-

Los resultados obtenidos para el caso del trigo muestran la significancia de la variable stock PROCISUR y sus interacciones con el stock de investigación de Bolivia. Esto indica que el efecto de PROCISUR ha sido positivo en el índice de productividad de trigo, a pesar de ser relativamente pequeño, lo que también era esperado.

Las regresiones muestran también el efecto positivo de extensión, en tanto que la variable stock de investigación es significativa, aunque con signo negativo. Este resultado puede estar relacionado con la ausencia del stock del CIAT en tal variable, por la razón antes mencionada.

Los coeficientes de elasticidad de soja presentados muestran un efecto positivo de la variable stock de investigación de Bolivia sobre el índice de productividad de soja en ese país. El resultado indica que un incremento de 10% en las inversiones en investigación tendría como resultado un aumento de cerca del 2.8% en el índice de productividad de la soja.

En el Cuadro 2 se observa también un signo positivo para la variable interacción PROCISUR/investigación boliviana, y un signo negativo para la interacción PROCISUR/investigación de EMBRAPA. Estos resultados son consistentes, dado que ellos indican que la acción cooperativa del PROCISUR es complementaria, en tanto que la investigación de EMBRAPA es substitutiva.

En el caso de maiz el modelo se ajustó de una manera bastante satisfactoria y sus resultados son consistentes con los supuestos teóricos, excepto para el caso de la variable stock de



investigación en Bolivia. Como ya fué explicado para el caso del trigo es probable que este signo negativo esté correlacionado con ausencia de los datos del CIAT.

De los resultados obtenidos cabe destacar los coeficientes de las variables relacionadas directamente con PROCISUR (LX13 y LX73) las cuales fueron todas significantes y con los signos esperados. La interacción entre stock de investigación con gastos de PROCISUR en el sentido Otros Países/Bolivia presenta un signo negativo, lo que significa que la acción cooperativa en maíz tiene un efecto substitutivo de la investigación nacional y, por lo tanto, indica que el país se está beneficiando de los resultados de la investigación de las regiones vecinas.

Otro resultado importante es el signo positivo de la variable interacción del stock de EMBRAPA y el stock de Bolivia, indicando una acción de complementariedad de la investigación de maíz en los dos países.

En todos los resultados obtenidos en las diversas ecuaciones estimadas no se consiguió significancia para la variable "rendimiento de maíz de la región vecina", lo que significa que el modelo no confirmó la hipótesis de que esté ocurriendo transferencia "directa", via rendimiento, de Brasil hacia Bolivia. Tal resultado es consistente, dado que en el Departamento de Santa Cruz de la Sierra, región vecina al Brasil, el desarrollo tecnológico del cultivo de los tres rubros es aún incipiente, en tanto que en la región brasilera cerca de la frontera, no hay una región con alto grado tecnológico en maíz. En el caso de transferencia "directa" vale la pena consultar el estudio de evaluación de PROCISUR en Paraguay, que usando la misma metodología, presenta ejemplos de transferencia del Estado de Parana, Brasil hacia Paraguay, especialmente a nivel de los Departamentos de Alto Paraná, Itapuá y Kanendiyú (AVILA, 1989).

#### 2.2.4 Conclusiones

La evaluación del rol de PROCISUR evidenció que el Programa fué productivo y útil al sistema boliviano de investigación agrícola. Las actividades de intercambio, con la participación de técnicos del país en seminarios, reuniones, cursos cortos, viajes de adiestramiento en diferentes especialidades, etc, y el recibimiento de asesoría externa de países miembros, permitió la absorción de una gama grande de conocimientos, los que sirvieron al fortalecimiento y/o al redireccionamiento de las actividades de investigación en trigo, maíz y soja.

El intercambio de material genético, patrocinado por el PROCISUR fué la principal contribución de este Programa. Hoy en Bolivia, por ejemplo, las principales variedades de soja cultivadas son originarias del Brasil (Cristalina, Doko, IAC-8, Paranagoiana y UFV-1). Esto fué obtenido, en gran parte, gracias a las acciones de intercambio cooperativo de dicho Programa.



Los resultados del modelo de transferencias inter-regionales evidenciaron efectos positivos del PROCISUR, a nivel de las interacciones de este Programa con el stock del País, así como de las interacciones entre el stock de investigación de Bolivia y de Brasil. Esto indica una acción de complementariedad entre las inversiones del PROCISUR y la investigación boliviana y de brasilera.

Por otro lado, no se identificó la existencia de transferencia "directa" en cualquiera de los tres productos, lo que era, de cierto modo, esperado dado que no existe cerca de la frontera Brasil/Bolivia una región productora de trigo, soja ó maiz que sea tecnológicamente importante. Las zonas productoras y de más alto grado tecnológico de Brasil están bastante distantes de la frontera, lo que dificulta el proceso de transferencia directa tal como aquel constatado, por ejemplo, a nivel de la frontera Brasil/Paraguay.

En síntesis, el impacto del PROCISUR ha sido marcadamente positivo, lo que indica que este país se está beneficiando de las inversiones en investigación agrícola, especialmente de la región vecina (Brasil), cuyos resultados están siendo transferidos en gran medida a través de las acciones de cooperación técnica del Programa. La utilización por parte de Bolivia de resultados generados por la investigación brasilera, permite a este País ahorrar recursos en la medida que determinados proyectos de investigación no necesitan ser ejecutados, o tienen su duración abreviada.

## 2.3 Evaluación del impacto del PROCISUR en Brasil\*\*

### 2.3.1 Área de cobertura del estudio

En la evaluación del impacto económico del PROCISUR en Brasil fueran consideradas tres regiones: los estados de São Paulo, Paraná y Rio Grande do Sul principales productores y usuarios de innovaciones tecnológicas en trigo, soja y maiz. Dado el objetivo del estudio, se incluyeron también datos sobre el stock de la investigación de Argentina (Provincia de Buenos Aires) y del Uruguay, además de los gastos de PROCISUR de Argentina para Brasil.

---

\* - Para mayores detalles consultar CRUZ&AVILA (1989)

\*\* - Resumen basado en el documento "Technology spill-over in the IICA/PROCISUR region: The case of Brasil" (CRUZ&AVILA, 1989).





### 2.3.2 Aspectos metodológicos

El modelo utilizado tomó la forma de regresiones Aparentemente no Relacionadas ("Seemingly Unrelated Regression") de Zellner, con tres ecuaciones representando cada uno de los tres estados estudiados. Tal modelo puede ser representado de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = f(X_{ijk})$$

donde:

$Y_{ij}$  = Índice de productividad del cultivo "j" en la región "i"; y

$X_{ijk}$  = Variables independientes (k) que afectan el índice  $Y_{ij}$ .

Este enfoque implica que para cada región "i", todas las "k" variables incluidas en el modelo para regiones, pueden potencialmente afectar el índice de productividad.

Las variables "k" utilizadas en las estimaciones del modelo a nivel de cada uno los tres cultivos fueron las siguientes:

$Y_1$  = Índice de productividad del Estado de São Paulo;

$Y_2$  = Índice de productividad del Estado de Paraná;

$Y_3$  = Índice de productividad del Estado de Rio Grande do Sul;

$X_1$  = Rendimiento del Estado de São Paulo, con un desfase de un año;

$X_2$  = Rendimiento del Estado del Paraná, con un desfase de un año;

$X_3$  = Rendimiento del Estado del Rio Grande do Sul, con un desfase de un año;

$X_4$  = Stock de investigación del Estado de São Paulo;

$X_5$  = Stock de investigación de la Región Sudeste de Brasil;

$X_6$  = Stock de investigación de la Región Sur de Brasil;

$X_7$  = Intensidad de la Extensión en São Paulo;

$X_8$  = Intensidad de la Extensión en el Estado de Paraná;



- X9 = Intensidad de la Extensión en el Estado del Rio Grande do Sul;
- X10= Stock de la investigación en la Provincia de Buenos Aires, Argentina;
- X11= Stock de la investigación en Uruguay;
- X12= Stock de gastos del PROCISUR de Argentina para Brasil;
- X13= Interacción entre stock de la Región Sur y stock de São Paulo;
- X14= Interacción entre stock de la Región Sudeste y stock de São Paulo;
- X15= Interacción entre stock de la Región Sur y stock del PROCISUR; y
- X16= Interacción entre stock de la Región Sur y stock de la Región Sudeste.

Las variables stock de la investigación (X4, X5, X6, X10 y X11), stock del PROCISUR (X12) e intensidad de la Extensión (X7, X8 y X9) fueran calculadas como sigue:

a) Stock de la investigación

El stock se obtuvo mediante la suma de los gastos anuales de investigación en el pasado, donde estos gastos entraron con pesos diferenciados, de la siguiente forma: en el año t-1, peso=0.2; en t-2, peso=0.4; en t-3, peso=0.6; en t-4, peso=0.8; en t-5 y anteriores, peso=1.0.

b) Stock del PROCISUR

El stock de PROCISUR se calculó tomando solamente los gastos de la cooperación de Argentina para Brasil, usando los mismos pesos descriptos en el item anterior (a).

c) Intensidad de la Extensión

La variable intensidad de la extensión fué obtenida mediante la suma de los tecnicos del servicio de extension, en los ultimos cuatro años con pesos diferenciados para t, peso=0.5; t-1, peso=1.0; y t-2, peso=1.0; y t-3, peso=0.5), dividida por el area media cultivada en el período de estudio.



### 2.3.3 Resultados

Los resultados obtenidos a partir de regresiones aparentemente no relacionadas ("seemingly unrelated regression"), por cultivo, se presentan a continuación.

#### a) Maiz

El Cuadro 3 presenta los resultados para el caso del modelo de maiz:

Cuadro 3 - Resultados de las regresiones del modelo maiz, Brasil, 1968/88.

Ecuación I: Estado de São Paulo				
DEPENDENT VARIABLE			Y1	
FROM	67: 1 UNTIL		88: 1	
USABLE OBSERVATIONS	22		DEGREES OF FREEDOM	16
R**2	.96430795		RBAR**2	.95315418
SSR	.26966481E-01		SEE	.41053685E-01
DURBIN-WATSON	1.69484260			
Q(11)=	21.2989		SIGNIFICANCE LEVEL	.304036E-01
LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	1.011137	.4613358E-01	21.91759
X4	0	.1851075E-03	.4917493E-04	3.764266
X2	1	.3648550E-04	.1927908E-04	1.892492
X13	0	-.2208964E-07	.6425986E-08	-3.437549
X15	0	.8880303E-08	.2867063E-08	3.097352
TREND	0	-.3206943E-01	.1487465E-01	-2.155978
Ecuación II: Estado de Paraná				
DEPENDENT VARIABLE			Y2	
FROM	67: 1 UNTIL		88: 1	
USABLE OBSERVATIONS	22		DEGREES OF FREEDOM	18
R**2	.82924791		RBAR**2	.80078923
SSR	.11833741		SEE	.81082060E-01
DURBIN-WATSON	1.22109899			
Q(11)=	20.0052		SIGNIFICANCE LEVEL	.452694E-01
LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	1.083887	.2691505E-01	40.27066
X6	0	.2223259E-03	.4412373E-04	5.038691
X13	0	-.1975416E-07	.5113047E-08	-3.863482
X15	0	.9977044E-08	.2675180E-08	3.729485

(Continúa)



Cuadro 3. (Continuación)

Ecuación III: Estado de Rio Grande do Sul

DEPENDENT VARIABLE		Y3	
FROM	67: 1 UNTIL	88: 1	
USABLE OBSERVATIONS	22	DEGREES OF FREEDOM	18
R**2	.79558414	RBAR**2	.76151483
SSR	.12594247	SEE	.83646899E-01
DURBIN-WATSON	1.28299240		
Q(11)=	27.0866	SIGNIFICANCE LEVEL	.445876E-02

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	.8501369	.7078213E-01	12.01062
X6	0	.1041765E-03	.2744192E-04	3.796254
X2	1	.6496910E-04	.3758901E-04	1.728407
X13	0	-.3901657E-08	.2026370E-08	-1.925442

Para el caso de São Paulo la variable X4 (stock de investigación del Estado) es altamente significativa, lo que no es sorpresa dado el hecho que la investigación en dicho estado tiene una tradición establecida y su impacto sobre la productividad ha sido verificado por muchos autores (ver CRUZ, 1987, entre otros). La variable X2 (rendimiento de maíz en Paraná) es también significativa, indicando la existencia de transferencia ("spill-over") directa. Este resultado no es sorprendente dado que los productores de maíz en Paraná tienen alto nivel tecnológico y empresarial, y por ella son imitados por los productores de estados vecinos.

Otro resultado interesante de la ecuación I del Cuadro 3 es el signo negativo de la variable X13, interacción entre stock de São Paulo y stock de la Región Sur, indicando que existe sustituibilidad entre los dos sistemas de investigación.

A nivel de la variable X15, interacción entre stock de investigación de la Región Sur y PROCISUR, es importante enfatizar la significancia y el signo positivo del coeficiente. Este resultado indica que el Estado de São Paulo se estaría beneficiando del PROCISUR en el cultivo de maíz, confirmando lo ya apuntado por CABRAL (1988).

A pesar de que Brasil está considerado como país donante a nivel del PROCISUR como un todo, en el caso del maíz existen evidencias de que a través de las acciones cooperativas desarrolladas con el apoyo del Programa, el Brasil se ha beneficiado de resultados y material genético generados por INTA de Argentina (selección convergente-divergente o compuestos, por ejemplo). Este intercambio Brasil/Argentina, aliado a la importancia del stock de investigación en maíz de la Región Sur explican el efecto de dicha variable.





A nivel del Estado de Paraná todos los resultados son consistentes, con realce para la variable stock de investigación en maiz de la Region Sur. Su significancia y signo indican que la investigación en la Región Sur está teniendo impacto positivo sobre el índice de productividad.

Por otro lado, las interacciones entre stock de investigación de São Paulo y de la Región Sur (X13) y de la Región Sur con PROCISUR (X15) presentaron significancia en el modelo, con los mismos signos y, prácticamente, la misma magnitud de coeficientes obtenidos para el Estado de São Paulo.

Para el Estado del Rio Grande do Sul los resultados muestran que el stock de la Región Sur, el rendimiento de Paraná y la interacción entre stock de São Paulo y Región Sur afectan el índice de productividad de maiz. Todos estos resultados son consistentes con los supuestos teóricos, incluso la participación de São Paulo cuyo signo del coeficiente indica la existencia de sustituibilidad. La tradición de la investigación de São Paulo y en lo particular, del Instituto Agronómico de Campinas - IAC, explican tal efecto en el modelo, tanto para Rio Grande do Sul como para Paraná.

Se calcularon las elasticidades de las diversas variables utilizadas en el modelo, las que se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4 - Coeficientes de elasticidad del modelo maiz, Brasil, 1967/88\*

VARIABLE NAMES	REGRES. 1 Y1-SPAULO	REGRES. 2 Y2-PARANA	REGRES. 3 Y3-RGSUL
X2 YIELDPR	0.058569	-	0.117746
X4 RSTOCSP	0.760737	-	-
X6 RSTOC SO	-	0.403410	0.212977
X13 INTSPSO	-0.04083	-0.03659	-0.00814
X15 INTSOPR	0.099583	0.112111	-
X17 TREND	-0.30199	-	-

\* - Solamente los coeficientes significantes o muy cerca de la significancia al test "t" fueron incluidos en el cuadro.

Entre las elasticidades presentadas cabe destacar la de la variable X2, que indica que un incremento de 10% en los



rendimientos de maiz en Paraná, promueve un aumento del 0.06% en los rendimientos de São Paulo y de cerca de 1% en Rio Grande do Sul.

A nivel de los stocks de investigación es importante tener en cuenta el efecto positivo de esta variable en los índices de productividad de maiz en el caso de São Paulo. El valor (0.76) es relativamente alto, según los estándares internacionales (ver, por ejemplo, EVENSON, 1982).

Los coeficientes de elasticidad de la variable X13 son relativamente modestos, considerando que a pesar de la influencia de la interacción stock de São Paulo y de la Región Sur sobre el a nivel de productividad de maiz, la reducción del índice es menor que 0.5% cuando ocurre un incremento de 10% en los stocks de investigación.

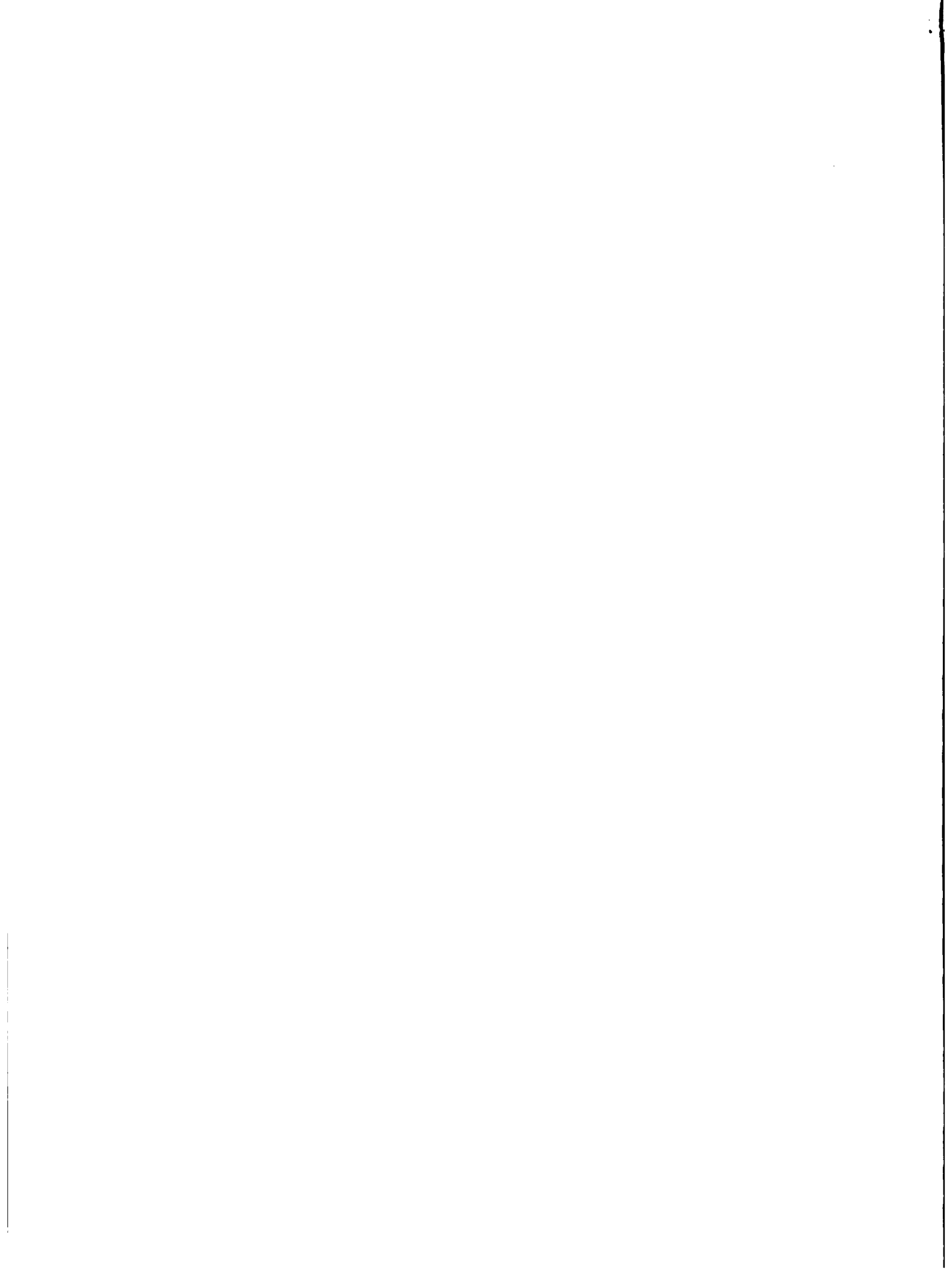
En cuanto a la magnitud del coeficiente de elasticidad de la variable X15, puede ser considerada excelente dado el nivel de gastos con investigación de Brasil en relación con los fondos aportados por PROCISUR. Un incremento del 10% en los stocks de investigación de la Región Sur y del PROCISUR, puede inducir a un aumento de cerca del 1% en los índices de productividad del maiz del Sur de Brasil, lo que es bastante expresivo, considerando la producción maicera de dicha región. Este resultado sugiere la existencia de una sub-inversión ("underinvestment") de fondos del Programa en maiz.

#### b) Trigo

El Cuadro 5 presenta los resultados de las ecuaciones de regresión del modelo trigo para los estados de São Paulo, Paraná y Rio Grande do Sul. Los valores del coeficiente  $R^2$  son altamente significantes en las tres ecuaciones (más del 98%).

Para el caso de São Paulo, su propio stock de investigación (X4) presenta un impacto positivo sobre el índice de productividad, así como también la variable intensidad de la extensión (X7).

En la ecuación estimada para el Estado de Paraná se debe destacar el impacto positivo del stock de investigación de la región sur de Brasil sobre los niveles de productividad de trigo. El valor de "t" de esta variable fué altamente significativo.



Cuadro 5 - Resultados de las regresiones del modelo trigo, Brasil, 1967/88.

Ecuación I: Estado de São Paulo

DEPENDENT VARIABLE		Y1
USABLE OBSERVATIONS	8	DEGREES OF FREEDOM 3
R**2	.98683384	RBAR**2 .96927896
SSR	.16242926E-01	SEE .73581987E-01
DURBIN-WATSON	3.06955580	

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	-23.77936	2.141652	-11.10328
LX4	0	3.013557	.3518897	8.563925
X7	0	.4311572E-01	.1516389E-01	2.843316
X2	1	-.2053656E-03	.6638383E-04	-3.093609
LX15	0	-.2334476	.5642901E-01	-4.137014

Ecuación II: Estado de Paraná

DEPENDENT VARIABLE		Y2
USABLE OBSERVATIONS	8	DEGREES OF FREEDOM 2
R**2	.99622038	RBAR**2 .98677134
SSR	.51032399E-02	SEE .50513562E-01
DURBIN-WATSON	2.73948613	

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	-33.18635	2.205020	-15.05036
LX6	0	3.832035	.3019724	12.69002
X8	0	.5985340E-01	.4545826E-01	1.316667
X1	1	-.8918716E-04	.3636623E-04	-2.452472
X3	1	-.2300034E-03	.2907379E-04	-7.911022
LX15	0	-.3384648	.5801628E-01	-5.833963

Ecuación III: Estado del Rio Grande do Sul

DEPENDENT VARIABLE		Y3
USABLE OBSERVATIONS	8	DEGREES OF FREEDOM 1
R**2	.98997453	RBAR**2 .92982170
SSR	.17868899E-01	SEE .13367460
DURBIN-WATSON	3.12477173	

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	-1104.970	347.1337	-3.183124
LX6	0	1736.888	540.1553	3.215534
X2	1	.1640910E-03	.7438221E-04	2.206052
LX10	0	3.247925	.6297594	5.157407
LX13	0	-884.1638	274.5326	-3.220615
LX15	0	-2.782573	.6895293	-4.035467
TREND	0	1.017491	.2312843	4.399311



A nivel del Estado del Rio Grande do Sul los resultados indican que el stock de investigación de la región Sur y el rendimiento del trigo en Paraná tienen impacto positivo sobre los índices de productividad de este cultivo en dicho Estado. De la misma manera vale, la pena resaltar la significancia de la variable stock de investigación de la región vecina, Provincia de Buenos Aires (LX10).

En las tres ecuaciones presentan significancia los coeficientes de la variable LX15, interacción entre stock de investigación de la Región Sur y stock de gastos de PROCISUR de Argentina para Brasil. El signo negativo indica la existencia de sustituibilidad entre los stocks.

El Cuadro 6 presenta los coeficientes de elasticidad de las tres ecuaciones. La magnitud de los coeficientes de elasticidad de la variable stock de investigación, en los tres estados, se adecúa a los estándares internacionales.

Cuadro 6 - Coeficientes de elasticidad del modelo trigo, Brasil, 1967/88.

VARIABLE NAMES	REGRES. 1 Y1-SPAULO	REGRES. 2 Y2-PARANA	REGRES. 3 Y3-RGSUL
X1	-	-0.07819	-
X2	-0.16527	-	0.155392
X3	-	-0.17198	-
X6	-	-	0.438450
X7	0.483913	-	-
X8	-	0.088393	-
LX4	0.216865	-	-
LX6	-	0.297448	-
LX13	-	-	-0.01238
LX10	-	-	0.022507
LX15	-0.05816	-0.02627	-0.05200

En este caso cabe destacar la magnitud del impacto de esta variable sobre los índices de productividad del trigo en Rio Grande do Sul. Un incremento del 10% del stock de investigación de la Región Sur provoca un aumento superior al 4% en la productividad de este cultivo.

Entre los coeficientes de elasticidad presentados, un resultado también importante es el impacto de la extensión en São Paulo. En este estado, un incremento del 10% en las actividades de extensión (mayor intensidad) puede representar un incremento de cerca de 5% en los índices de productividad del trigo.





c) Soja

El Cuadro 7 presenta los resultados estimados para los estados de São Paulo, Paraná y Rio Grande do Sul, en el caso de la soja.

Cuadro 7 - Resultados de las regresiones del modelo soja, Brasil, 1967/88.

Ecuación I: Estado de São Paulo

DEPENDENT VARIABLE		Y1
USABLE OBSERVATIONS	9	DEGREES OF FREEDOM 4
R**2	.53457998	RBAR**2 .06915996
SSR	.22443588E-02	SEE .23687332E-01
DURBIN-WATSON	2.07194624	

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	.2144957	.5060042	.4239010
LX4	0	.4419891	.2191445	2.016884
X7	0	-.3072402E-02	.1353945E-01	-.2269223
X2	1	-.2451331E-04	.2524038E-04	-.9711945
LX15	0	-.1459922	.7807958E-01	-1.869788

Ecuación II: Estado de Paraná

DEPENDENT VARIABLE		Y2
USABLE OBSERVATIONS	9	DEGREES OF FREEDOM 3
R**2	.93466986	RBAR**2 .82578628
SSR	.41303169E-02	SEE .37104883E-01
DURBIN-WATSON	3.29560874	

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	-18.06033	6.568216	-2.749655
LX6	0	32.79789	11.36280	2.886426
X8	0	-.3892260	.5875723E-01	-6.624308
X1	1	-.2480838E-03	.7978953E-04	-3.109227
LX13	0	-16.13562	5.607572	-2.877470
LX15	0	-.5273053	.2829778	-1.863416

(Continúa)



Cuadro 7. (Continuación)

Ecuación III: Estado del Rio Grande do Sul

DEPENDENT VARIABLE		Y3		
USABLE OBSERVATIONS	9	DEGREES OF FREEDOM		3
R**2	.85435634	RBAR**2		.61161690
SSR	.85185361E-02	SEE		.53287072E-01
DURBIN-WATSON	2.55326820			

LABEL	LAG	COEFFICIENT	STAND. ERROR	T-STATISTIC
CONSTANT	0	-62.51588	12.93644	-4.832540
LX6	0	121.7391	26.90325	4.525070
X2	1	-.2758002E-03	.6826163E-04	-4.040340
LX10	0	-2.228504	.5422833	-4.109483
LX13	0	-61.53289	13.92165	-4.419941
TREND	0	.1118818	.74244.6E-01	1.506940

En todas las ecuaciones el valor del coeficiente de  $R^2$  fué excelente, excepto para el Estado de São Paulo donde fué el 53% .

En la ecuación correspondiente al Estado de São Paulo se destaca la significancia de las variables stock de investigación (LX4), y la interacción stock de investigación de la Región Sur y PROCISUR (LX15), confirmando la importancia de estas variables para los incrementos de productividad ya detectada por el estudio a nivel de los cultivos de maíz y trigo.

A nivel del Estado de Paraná, los resultados indican la significancia de la variable LX 13, interacción entre stock de investigación de São Paulo y de la Región Sur. Esta significancia también fué obtenida para el caso del Rio Grande do Sul.

En ambos estados, Paraná y São Paulo, fué significativa la variable stock de investigación de la Región Sur (LX6) comprobando, una vez mas la importancia de las inversiones en investigación para la obtención de incrementos en los niveles de productividad.

El Cuadro 8 muestra los coeficientes de elasticidad calculados en función de los resultados estimados en las ecuaciones de regresión presentadas en el Cuadro 7. En este caso cabe destacar los impactos positivos y relativamente altos de los stocks de investigación.



Cuadro 8 - Coeficientes de elasticidad del modelo soja, Brasil, 1967/88.

VARIABLE NAMES	REGRES. 1 Y1-SPAULO	REGRES. 2 Y2-PARANA	REGRES. 3 Y3-RGSUL
X1 YIELDSP	-	-0.35393	-
X2 YIELDPR	-0.03774	-	-0.42242
X3 YIELDRS	-	-	-
X7 EXTENSP	-0.05720	-	-
X8 EXTENPR	-	-0.37410	-
LX4 LGRESSP	0.382608	-	-
LX5 LGRESSE	-	-	-
LX6 LGRESSO	-	0.463788	0.652904
LX13 LINTSPSO	-	-0.00493	-0.05298
LX10 LRESBAIRE	-	-	-0.69769
LX15 LINTPRSO	-0.12637	-0.16133	-

Los resultados obtenidos a nivel de las variables LX10 y LX15, indican que las acciones cooperativas del PROCISUR están influenciando los índices de productividad de soja en Brasil. Entretanto estos resultados deben ser analizados con cautela toda vez que, en este caso, sería importante analizar los efectos netos, donde se llevase en consideración también la transferencia de tecnología de Brasil para Argentina, lo que es posible solamente a nivel del estudio internacional.

#### 2.3.4 Conclusiones

En términos del PROCISUR el Brasil es considerado país donante, o sea ha transferido más de lo que ha recibido en resultados/tecnologías. De este modo el impacto de Brasil deberá ser encontrado en los estudios de evaluación del Programa en los países vecinos. En lo particular, es interesante consultar los resultados de las evaluaciones realizadas por AVILA (1989) y AVILA&FERRARI (1989) en Bolivia Y Paraguay respectivamente, los cuales indican impactos positivos de la investigación brasileña.

En la evaluación del PROCISUR a nivel de Brasil se ha detectado la existencia de transferencias inter-regionales de tecnologías tanto dentro del país (entre los estados de São Paulo, Paraná y Rio Grande do Sul), como de otros países para Brasil (Argentina). En la medida en que el Programa tiene por objetivo promover el intercambio técnico-científico y de material genético entre las instituciones de investigación agrícola del Cono Sur, este resultado positivo le puede ser atribuido, por lo menos en parte.

A nivel de las transferencias inter-regionales es importante resaltar que, además del PROCISUR, el CIMMYT actúa muy efectivamente en la region y por lo tanto, también ha colaborado para que tales transferencias hayan ocurrido. Desafortunadamente



no se contó con datos sobre los gastos de esta institución internacional para incluirlos en el modelo, y analizar su rol en los incrementos de productividad de trigo y maíz verificados en los países involucrados por el Programa.

Otro aspecto a destacar es el rol de la Extensión en los incrementos de la productividad agrícola. En el estudio solamente se incluyeron los gastos y el número de técnicos de la extensión pública, lo que explica la poca o ninguna significancia de esta variable en la explicación de los cambios de productividad de trigo, maíz y soja. La extensión, especialmente en la Región Sur de Brasil, es muy activa, tanto a través de firmas individuales de planeamiento y asesoramiento técnico y de venta de insumos, maquinaria y equipos, como la extensión del sistema cooperativista. La obtención de datos sobre los gastos involucrados en estas actividades, obtenidos por producto es una tarea compleja, especialmente para un estudio como el del PROCISUR, razón por la que no fuera considerada en todos los casos por país.

A pesar de estas limitaciones, la importancia del estudio no debe ser subestimada dado que sus resultados, en términos del rol de los stocks de investigación, de los rendimientos de las regiones vecinas y de los gastos e interacciones del PROCISUR, principales variables en un estudio de este género, fueron altamente significativos. Sus resultados son útiles al proceso de decisión, especialmente a nivel de la definición de las nuevas actividades de intercambio que se iniciarán con la tercera etapa del PROCISUR.

La magnitud de los coeficientes de elasticidad referentes a los stocks de investigación y sus interacciones, indican en cuánto se puede incrementar la producción agrícola regional si hubiera una política de mayores inversiones, no sólo en la investigación en sí misma, sino sobretodo en la cooperación entre los sistemas estatales y de estos con EMBRAPA.

A nivel de la región que abarca el PROCISUR los resultados muestran que una mayor cooperación de Brasil con Argentina, podría resultar en beneficios aún mayores para los dos países, en la medida en que los resultados del modelo indican la existencia del efecto sustituibilidad. En este caso, los dos países ahorrarían recursos gracias al intercambio.

El efecto neto del intercambio de Brasil con Argentina, o con cualquier otro país del Cono Sur, necesita ser analizado con mayor profundidad. Esta es una tarea que cabe a cada país desarrollar, en conjunto con la Comisión Directiva de PROCISUR, de tal forma que, a nivel del Programa como a nivel de todos los países se logre beneficio con las acciones cooperativas. Es interesante destacar que aún en proyectos aislados puede ocurrir tanto que se esté dando más de lo que se recibe, como lo contrario.





## 2.4 Evaluación del impacto del PROCISUR en Chile\*

### 2.4.1 Area de cobertura del estudio

El análisis del impacto económico del PROCISUR en Chile fué realizado a nivel del cultivo de trigo y abarcó el periodo 1965-87.

Cabe destacar que el Programa inició sus actividades en Chile en el año 1980 en diversas áreas de acción, relacionadas tanto con la producción animal como vegetal. En el caso específico de trigo, el Programa ha permitido realizar intercambios de observación, adiestramiento de profesionales, ha financiado la visita de consultores y profesionales, y ha permitido la realización de reuniones, cursos y seminarios.

### 2.4.2 Aspectos metodológicos

El impacto de dicho Programa fué analizado a través de un modelo en el que se consideró un conjunto de variables que han afectado el rendimiento de trigo en el país, midiendo el efecto que ha tenido el PROCISUR sobre los rendimientos en trigo, considerando para ello, un período de 23 años (desde 1965 hasta 1987). El rol de PROCISUR fué evaluado a través de las variables interacción entre stock de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA y del PROCISUR, el stock de investigación de la región vecina (Provincia de Buenos Aires, Argentina) y la interacción entre stock del INIA y stock de Buenos Aires.

El modelo básico utilizado fué el siguiente:

$$\text{IRPN} = f(\text{STINV}, \text{STEXT}, \text{STBSA}, \text{ISTINPSU}, \text{ICLIM}, \text{PRSFT}, \text{ISTINBSA})$$

donde:

IRPN = Índice de rendimiento promedio nacional de trigo;

STINV = Stock de investigación del INIA;

STEXT = Stock de extensión;

STBSA = Stock de investigación de la región vecina (Prov. Buenos Aires, Argentina);

ISTINPSU = Interacción de los stock de investigación del INIA y del PROCISUR;

ICLIM = Índice climatico

---

\* Para mayores detalles consultar CAMPOS & ORTIZ (1989).



PRSFT = Precio de superfosfato triple; y

ISTINBSA = Interacción entre stock de investigación del INIA y stock de Buenos Aires.

La formulación del modelo utilizando el stock se ha considerado más apropiada, dado que los niveles de producción actual no sólo se ven afectados por los niveles del gasto anual actual en la investigación, sino que, en gran medida por los gastos efectuados en años anteriores.

En la estimación del stock de investigación se utilizó como referencia, los gastos acumulados con un desfase de doce años, de acuerdo al siguiente índice:

$$\begin{aligned} \text{STINV} = & 0,01 I(t-1) + 0,05 I(t-2) + 0,1 I(t-3) + 0,15 I(t-4) + \\ & 0,2 I(t-5) + 0,24 I(t-6) + 0,25 I(t-7) + \sum_{t-8}^{1953} I(t-i) \end{aligned}$$

En el caso de la Extensión, el stock fué calculado sobre la base del índice siguiente:

$$\text{STEXT} = 0,5 E(t) + 0,25 E(t-1) + 0,25 E(t-2)$$

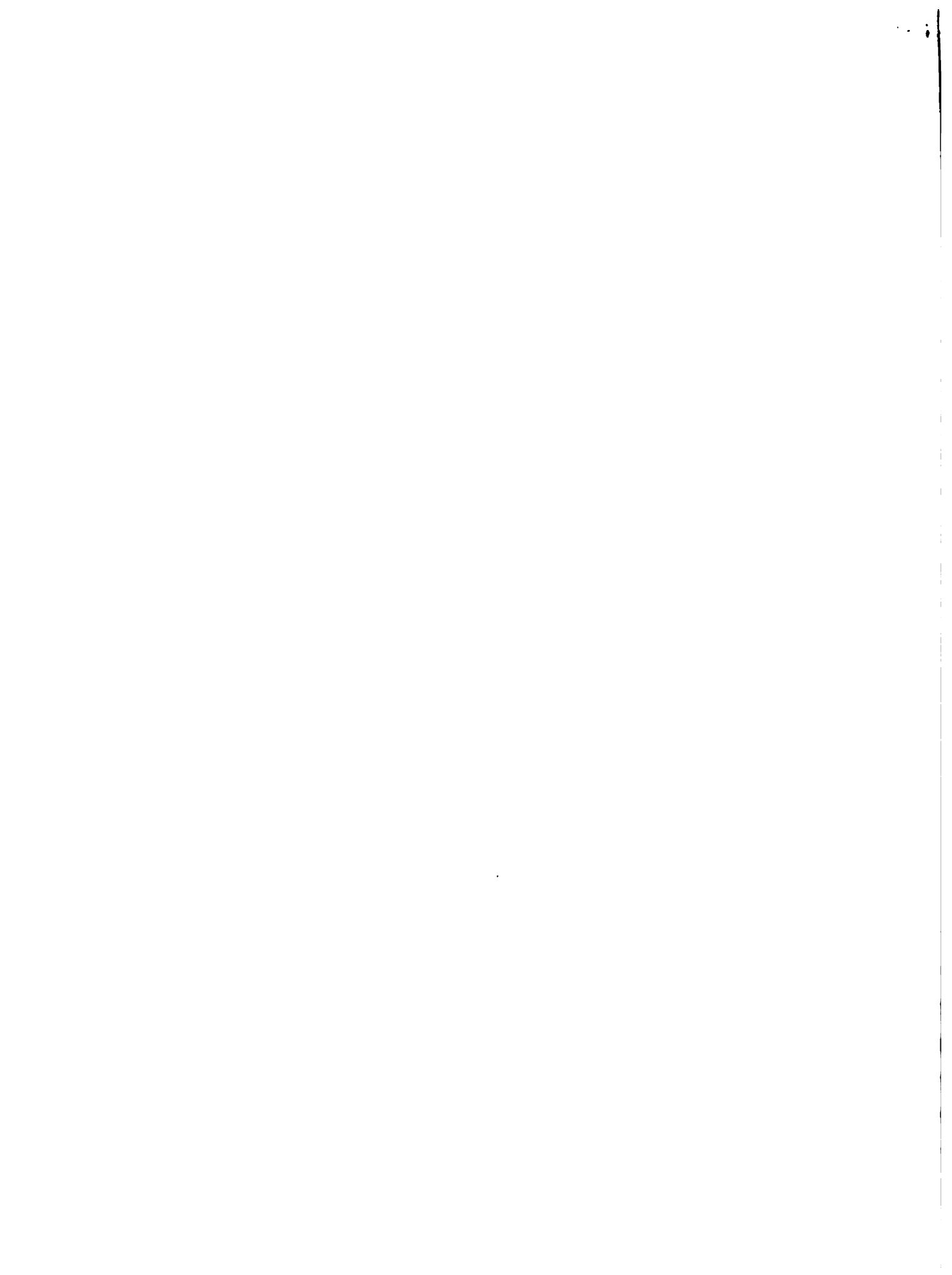
Ambas fórmulas están basadas en la que utilizó EVENSON en el estudio sobre las inversiones realizadas en investigación por el International Agricultural Research Center (IARC).

El modelo utilizado incluyó también la variable Índice Climático Mensual, la cual fué determinada en forma proporcional a la importancia relativa de la precipitación sobre la producción de trigo, a nivel de las principales regiones productoras de Chile (Regiones VII, VIII, IX y X). Para el Índice Climático Mensual, la información usada fué la de los meses comprendidos entre Febrero y Marzo de cada año.

Otra variable utilizada en el modelo fué el precio del superfosfato triple, en dólares por tonelada.

#### 2.4.3 Resultados

El Cuadro 9 - muestra los resultados obtenidos en la regresión básica, estimada para el caso del trigo en Chile.



Cuadro 9 - Resultados de la ecuación de regresión de trigo. Chile, 1965-87.\*

VARIABLES	Coefficientes de elasticidad	Valores de "t"
STINPSU	0.0956	7.69
STBSA	0.0845	3.12
PRSFT	0.0273	NS
ISTINBSA	0.0713	-2.64
R <sup>2</sup>	0.94	
Durbin-Watson	1.30	

En general se puede señalar que, dada la magnitud de los coeficientes, como así también la significancia de estos, se puede decir que existe un efecto neto en los rendimientos que puede estar asociado con los aportes efectuados por PROCISUR al programa trigo de Chile.

Lo que justifica esta afirmación es que, por su naturaleza, el Programa PROCISUR, torna disponible los stocks de investigación de las regiones vecinas.

Este efecto neto se obtiene sumando los coeficientes de las variables, Interacción INIA/PROCISUR, stock BUENOS AIRES e Interacción INIA/BUENOS AIRES, o sea:

$$0,0956 + 0,0845 - 0,0713 = 0,1088$$

Esta elasticidad neta indica que por cada 10% de incremento en los gastos de PROCISUR para Chile, resulta un incremento del 1% del índice de productividad del cultivo de trigo en Chile.

#### 2.4.4 Conclusiones

La superficie, producción y rendimientos de trigo durante los últimos 23 años, ha sufrido variaciones significativas, producto del cambio en numerosas variables enmarcadas dentro de políticas que afectan las condiciones de venta del producto y el precio de algunos insumos, en especial el superfosfato triple. Así, la completa ingerencia del Estado en la comercialización y distribución del trigo, como la completa liberación del mercado, han sido las condiciones que han tenido un mayor efecto en las variables anteriormente consideradas.

El stock de investigación demostró tener un efecto significativo en la determinación de los rendimientos de trigo a nivel nacional, adquiriendo mayor relevancia cuando las políticas



son adecuadas, dado que la variable dummy asociada a períodos de mayor estabilidad demostró ser altamente significativa. Esto estaría indicando que la posibilidad de que los agricultores intensifiquen el uso de tecnología está directamente asociada a las condiciones económicas y a las políticas específicas aplicadas al sector triguero. Cabe hacer notar que los mayores rendimientos de trigo obtenidos durante los últimos años, no hubiesen sido posibles si la tecnología derivada de los gastos de investigación, para conformar el stock correspondiente, no estuviese a disposición de los productores.

Las consideraciones anteriores establecen la importancia no sólo de mantener en forma permanente un programa de investigación en trigo sino que, dada la directa asociación entre el stock de investigación y rendimientos, una alteración presupuestaria podría tener efectos negativos en la productividad, en el largo plazo.

Finalmente, la interacción de los stocks de investigación en trigo a nivel nacional con los aportes de PROCISUR, se comprueba la existencia de efecto neto de éstos en la variable dependiente, y rendimientos. Las causas que justifican este resultado están dados porque el programa torna disponible el stock de investigación de las regiones vecinas, dado que el destino de los aportes de PROCISUR están fundamentalmente orientados a adiestramiento, visitas de observación, seminarios, etc. Debido a esto, su efecto es muy rápido, ya que torna disponible el stock de conocimientos de más de treinta años de un programa de investigación, como el stock argentino, por ejemplo.

## 2.5 Evaluación del impacto del PROCISUR en Paraguay\*

### 2.5.1 Area de cobertura del estudio

El estudio fué realizado a nivel del país como un todo, o sea, considerandola como una sola región, y analizó el impacto de PROCISUR sobre el índice de productividad de trigo, soja y maiz.

### 2.5.2 Aspectos metodológicos

La evaluación de PROCISUR en Paraguay fué realizada utilizando el modelo de transferencias interregionales ya usado por EVENSON, coordinador del conjunto de estudios de evaluación de este Programa en otros países, como por ejemplo en Brasil (EVENSON & CRUZ, 1989). El modelo ha tenido la siguiente

---

\* - Resumen del documento "Transferencia inter-regional de tecnología agrícola y evaluación del impacto del PROCISUR en Paraguay (AVILA & FERRARI, 1989)."





configuración para el caso de Paraguay:

$$\begin{aligned} \text{IPRPAR}_{jt} = & a_{jt} + b.\text{STINPAR}_{jt} + c.\text{ITEXPAR}_{jt} + d.\text{STINRGV}_{jt} + \\ & e.\text{SGPSUOP}_{jt} + f.\text{INPAPSU}_{jt} + g.\text{INPARGV}_{jt} + \\ & h.\text{PSURGV}_{jt} + m.\text{RERGV}_{jt} + n.\text{INPAEMB}_{jt} + \\ & o.\text{IPSUEMB}_{jt} + p.\text{IPSUBSU}_{jt} + q.\text{STINEM}_{jt} \end{aligned}$$

donde:

IPRPAR = Índice de productividad del cultivo j (j = trigo, maíz y soja), en Paraguay;  
STINPAR = Stock de investigación de Paraguay, del cultivo j;  
ITEXPAR = Intensidad de la extensión en Paraguay;  
STINRGV = Stock de la investigación en la región vecina k (Región Sur, Brasil y Provincia de Buenos Aires, Argentina);  
SGPSUOP = Stock de gastos de PROCISUR, de otros países para Paraguay;  
INPAPSU = Interacción entre stock de la investigación de Paraguay y stock del PROCISUR;  
INPAEMB = Interacción entre stock de la investigación de Paraguay y stock de la investigación de la región vecina k;  
IPSUEMB = Interacción entre stock del PROCISUR y stock de la investigación de la región vecina k;  
RERGV = Rendimiento del cultivo j en la región vecina, con un desfase de 1 a 3 años;  
IPSUBSU = Interacción entre el stock de la investigación de Paraguay y stock de la investigación en la región vecina, Provincia de Buenos Aires K;  
STINEM = Stock de investigación de EMBRAPA.

La descripción de las principales variables se presenta a continuación:

a) Índice de productividad (IPRPAR) y stock de investigación (STINPAR y STINRGV):

El stock de la investigación fué determinado sumando para cada año de la serie 1967-88, los gastos de la DIEAF/MAG de Paraguay de los años anteriores, multiplicados por un peso que varía entre 0.2 y 1.0 según metodología definida en EVENSON (1987). En esta metodología los gastos de los años más recientes (t-4, t-3, t-2, t-1 y t) entran en la formación del stock con pesos menores que 1, o sea 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 y 0.0. Esto es consistente dado que la inversión en investigación presenta un desfase entre la generación de la tecnología y su difusión y adopción por parte de los agricultores.

El stock de la investigación de la región sur de Brasil y de la Provincia de Buenos Aires fueran tomados de los respectivos estudios nacionales, calculados de la misma forma que para el Paraguay.



Dado el rol de EMBRAPA en el desarrollo del Programa PROCISUR se utilizó también el stock de investigación de dicha institución, como sustituto del stock de la Región Sur de Brasil.

b) Intensidad de la extensión (ITEXPAR):

La intensidad de la extensión fué obtenida dividiendo el stock de la extensión en Paraguay, por el área média de cultivo de cada uno de los tres rubros analizados. El stock fué calculado como sigue:

$$\text{STEXPAR}_t = \{0.5 * \text{STEXPAR}(t-3) + 1.0 * \text{STEXPAR}(t-2) + 1.0 * \text{STEXPAR}(t-1) + 0.5 * \text{STEXPAR}(t)\}$$

2.5.3 Resultados y discusión

El modelo utilizado en la evaluación de impacto del PROCISUR en Paraguay, presentado en el punto anterior, fué estimado a través del método de los mínimos cuadrados ordinários (OLS), en los logaritmos de las variables.

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 10. Es importante destacar que, dada la existencia de multicolinealidad cuando todas las variables propuestas son incluidas en el modelo, el cuadro presenta solamente las mejores ecuaciones de cada rubro, y por lo tanto, con un número menor de variables de aquél propuesto en el modelo básico.

a) Trigo

De los coeficientes de elasticidad estimados para el caso del trigo se puede destacar inicialmente la significancia de la variable X11, rendimiento de trigo en el Estado de Paraná (Brasil), la cual confirma la existencia de transferencia directa de la región vecina hacia el Paraguay, ya evidenciada por las informaciones suministradas por el coordinador del Sub-Programa Cereales de Verano de PROCISUR y por los resultados de la encuesta realizada, como parte de este estudio, en la frontera Brasil/Paraguay.

Cuadro 10 - Coeficientes de elasticidad de las ecuaciones de regresión de trigo, maiz y soja. Paraguay, 1967/88.

Variables	Ecuaciones de regresión		
	Trigo	Maiz	Soja
STINPAR	-.031803	.011639	-.078465
ITEXPAR	.137373	-	-.130337
REGV(t-1)	.087385	-	.021178
IPSUBSU	.001032	.007298	-
STINEMB	-	.011725	-



Las variables mas directamente relacionadas con gastos del PROCISUR, o sea, interacción del Programa con el stock de la región vecina, no presenta significancia en la ecuación estimada. Tal resultado, según el modelo utilizado, indica que los gastos en las acciones cooperativas del Programa aún no estarían dando efectos positivos del PROCISUR sobre el índice de productividad de trigo, a pesar de haberse constatado en el estudio que han ocurrido intensas acciones de cooperación en este cultivo.

En la ecuación estimada la variable intensidad de extensión se presenta significativa y con valores positivos, lo que indica que el servicio de extensión de Paraguay está teniendo impacto sobre los índices de productividad de trigo. En este caso, dada la constatación de que está ocurriendo transferencia directa de tecnología a través de la frontera con Brasil es cierto que este servicio también se está beneficiando de resultados disponibles para el servicio extensión del Estado de Paraná, cuyos costos sin embargo no se usaron en este estudio.

La variable stock de la investigación en Paraguay presenta signo negativo, contrariamente a lo esperado. El informe del coordinador sintetizado en el punto 3.1 del estudio sobre Paraguay\*, muestra que la investigación de la DIEAF/MAG ha desarrollado y/o adaptado un conjunto de resultados, que han sido transferidos a los agricultores durante los últimos años. Es posible que aún sea temprano para verificar algún impacto de esos resultados de investigación sobre el nivel de productividad del trigo en el Paraguay.

#### b) Maiz

En la ecuación estimada los resultados muestran que en el caso del maiz, se está desarrollando transferencia tecnológica "indirecta", o sea, la transferencia del stock de investigación de regiones vecinas está incrementando la productividad del maiz en Paraguay.

Los stocks de investigación, tanto de la Región Sur de Brasil como de EMBRAPA, tienen efectos positivos, lo que significa que el Paraguay está aprovechando los resultados de investigación de maiz de la región vecina.

Es importante resaltar el efecto positivo de interacción entre el stock de PROCISUR y el stock de la investigación de la Región Sur de Brasil, indican que hay complementariedad entre las acciones de cooperación del Programa junto con la investigación de la Provincia de Buenos Aires, en favor de Paraguay.

---

\* - Para mayor información consultar AVILA&PERRARI (1989).



Otro resultado significativo en la regresión estimada es el efecto positivo de la variable stock de investigación de Paraguay.

Todos los coeficientes estimados confirman la existencia de importantes logros del PROCISUR y de la investigación paraguaya, confirmando lo informado por el coordinador del subprograma maiz en el País.

#### c) Soja

De los resultados obtenidos para el caso de la soja, es importante resaltar inicialmente los coeficientes positivos de las variables relacionadas con el stock de investigación de regiones vecinas (LX13).

Las variables stock de investigación e intensidad de extensión son significantes, pero presentan signos negativos. Lo mismo ocurre con la variable rendimiento de soja en el Estado de Paraná (LX12), dónde se esperaba también signo positivo, dados los resultados de la encuesta realizada en la frontera Brasil/Paraguay, que indicó la existencia de gran número de agricultores brasileros y un alto grado de adopción de tecnologías originárias del Brasil.

Dados los resultados no satisfactorios de los coeficientes de la ecuación relacionados con stock de investigación, intensidad de extensión y rendimiento de soja en Paraná (cuyos signos fueron contrários al esperado), talvez se deba intentar cambios en el modelo con el objetivo de explicar mejor el proceso de transferencia inter-regional en el cultivo de soja.

#### 2.5.4 Conclusiones

El análisis ha evidenciado que el PROCISUR ha tenido un importante rol en el proceso de desarrollo tecnológico reciente de los cultivos de trigo, maiz y soja en Paraguay. En este particular se destacan las acciones cooperativas del Programa en el intercambio de material genético, lo que ha permitido la obtención y/o adaptación de diversas variedades (IAN-7, en trigo; Guarani V-312, en maiz; y Cristalina, en soja, por ejemplo).

Es oportuno resaltar que la investigación en trigo y maiz en Paraguay cuentan también con el apoyo efectivo del CIMMYT, el cual tiene en Asunción su sede regional para el Cono Sur. Ese Centro ha desarrollado una acción cooperativa intensa, lo que significa que parte de los logros de la DIEAF/MAG se deben a acciones conjuntas, involucrando también a esta institución.

Por otro lado, el análisis del impacto del Programa sobre los índices de productividad a través del modelo de tranferencias inter-regionales indicó que también con esta





metodología de análisis se detectan efectos positivos del Programa, o sea, se verifica que están ocurriendo transferencias inter-regionales de tecnología, tanto directamente (via rendimiento), como indirectamente (via stock de investigación y sus interacciones con gastos de PROCISUR).

De los resultados obtenidos cabe destacar el hecho que está ocurriendo transferencia tecnológica del Estado de Paraná, Brasil hacia el Paraguay, especialmente en el caso de trigo. Los resultados indican también que los stocks de investigación de la región Sur de Brasil y de la Provincia de Buenos Aires están teniendo efectos positivos, sobre los índices de productividad de maíz y soya, respectivamente. En la medida en que estas transferencias tecnológicas son facilitadas por el Programa, aumenta el impacto de los programas de investigación sobre los índices de productividad y en consecuencia, se incrementan los beneficios sociales y económicos.

Finalmente, cabe destacar que, a pesar de las limitaciones de todo estudio de evaluación, especialmente en este caso donde las acciones cooperativas involucran también centros internacionales, el impacto económico del PROCISUR es positivo. El conjunto de informaciones colectadas y los resultados de los análisis realizados comprueban de modo claro este impacto, indicando que se debe incrementar todo esfuerzo en acciones cooperativas en investigación en la región del Cono Sur, lo que resultará en beneficios aún mayores para el Paraguay.

## 2.6 Evaluación del impacto del PROCISUR en Uruguay\*

### 2.6.1 Area de cobertura del estudio

En ese estudio se consideraron los datos a nivel nacional, correspondientes al período 1965-1987 para el sector agrícola.

Para este análisis se tomaron, considerados como un único producto, los datos agregados para trigo, cebada cervecera, lino, avena, sorgo, girasol, soja, maíz y arroz que constituyen los principales cultivos agrícolas del Uruguay.

### 2.6.2 Aspectos metodológicos

En el estudio se utilizó una forma funcional flexible que asegura que la función dual es lineal, o lineal logarítmica, en parámetros no conocidos. Por lo tanto, se utilizó la técnica de regresión lineal, con las elasticidades encontradas como combinaciones lineales de los coeficientes de regresión.

---

\* Para mayores informaciones, consultar FERREIRA & CRUZ (1989).

✓

El enfoque dual para el estudio de relaciones económicas ofrece algunas ventajas\*, razón por la que fué seleccionado.

De las varias formas funcionales disponibles en la bibliografía, se utilizó la función lineal general de Leontief en la forma:

$$(1) \quad \pi = \sum_i b_i p_i^{\frac{1}{2}} + \sum_i \sum_j b_{ij} p_i^{\frac{1}{2}} p_j^{\frac{1}{2}}$$

Esta es una serie de expansión de Taylor sobre las raíces cuadradas de los precios y por lo tanto, no exhibe la propiedad de homogeneidad lineal. Una solución es normalizar la función, como se hace típicamente en el caso de la forma funcional cuadrática homogénea (ver una aplicación en EVENSON, 1985).

En este trabajo se utilizó el procedimiento truncado (ver también DISH, 1985) poniendo todos los  $b_i = 0$ . De este modo, la ecuación (1) todavía exhibe las condiciones de aproximación de segundo orden y se pueden obtener las elasticidades en forma residual de  $b_{ij}$ , por la imposición:

$$\sum_j \pi_{ij} = 0$$

$$\sum_i \pi_{ij} = 0$$

---

- \* Las ventajas mencionadas por FERREIRA&CRUZ son las siguientes:

- a) No es necesario asumir homogeneidad lineal en la función agregada de producción original.
- b) Los precios son exógenos y las cantidades son endógenas, lo que corresponde estrechamente con el punto de partida de la teoría neoclásica de producción.
- c) En el sistema de ecuaciones sólo las variables exógenas aparecen a la derecha de las ecuaciones, de este modo se evitan problemas de simultaneidad.
- d) En los estados de estimación, los problemas de multi-colineridad se reducen ya que existen muchos trabajos en la bibliografía que demuestran que hay menos covariancia en precios que en cantidades.
- e) La función de utilidad puede manejar múltiples insumos, múltiples productos y múltiples factores fijos, esto muestra un mayor poder y flexibilidad que una típica función de producción.



Las ecuaciones de oferta y demanda derivada se obtienen por derivación de (1) con respecto a precios:

$$(2) \quad = \alpha_i + \sum_j b_{ij} (p_j/p_i) + \sum_k b_{ik} z_k \quad j \# 1$$

En esa formulación  $X_i$  es un vector de oferta de productos y de demanda de cantidades de insumo.  $P$  es un vector precios de producto e insumos y  $Z$  es un vector de factores fijos y bienes públicos.

Las elasticidades de las variables están definidas como:

$$(3) \quad \pi_{ij} = (b_{ij}/2X_i)(p_j/p_i)^{\frac{1}{2}} \quad j \# 1$$

$$(4) \quad \pi_{ii} = - \sum_j (b_{ij}/2X_i)(p_j/p_i)^{\frac{1}{2}} \quad j \# 1$$

La ecuación (3) estima la elasticidad cruzada de precios y la (4) representa la propia elasticidad precio.

Se definieron tres variables "z" las cuales se presumen como exógenas al proceso de toma de decisiones por parte de los productores en el corto plazo. Las variables consideradas como fijas, fueron el área neta cultivada, los gastos totales en investigación y el área cultivada elevada al cuadrado.

En cuanto a las variables de insumo se consideraron tres: fertilizantes, tractores y mano de obra.

#### a) Fertilizantes

Se tomó el consumo total a nivel nacional y el precio promedio anual del fertilizante fosfatado a nivel de mercado. Tanto el precio como el consumo se estimó a nivel de predio dividiendo los datos agregados por el número de predios que realizan los cultivos considerados. La información de número de predios, cantidad de tractores y cantidad de mano de obra se obtuvo de información censal, estimándose para el resto de los años a través de interpolación lineal. Todas las variables se llevaron a nivel de predio, excepto área. Las variables precio y cantidad consumida de fertilizante por predio agrícola son  $W_1$  y  $X_1$  respectivamente.

#### b) Tractores

La variable cantidad de tractores fué calculada considerando solamente el número de tractores con una potencia mayor que 50 HP para los censos de 1966, 1970 y 1980, interpolándose para los años intercensales. Esto fué considerado así porque los productores de cereales y oleaginosas utilizan tractores con mayor potencia que los usados para otros cultivos agrícolas intensivos. Para precio de los tractores se



consideraron los precios promedio anual. Las variables precio y cantidad de tractores son W2 y X2, respectivamente.

### c) Mano de Obra

Respecto de la mano de obra, se tomó el número total de trabajadores agrícolas para los censos de 1966, 1970 y 1980, interpolándose linealmente para los años intercensales. En base a esta información se calculó la mano de obra equivalente de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$MOe = MOM + 0.75 MOj + 0.50 MOn$$

donde:

MOe = Mano de obra equivalente;  
MOM = Mano de obra masculina (1 equivalente-hombre);  
MOj = Mano de obra femenina (3/4 equivalente-hombre);  
MOn = Mano de obra infantil (1/2 equivalente-hombre).

La estimación de la remuneración de la mano de obra se realizó en base a la información de salarios disponible para el sector agrícola y considerando los salarios pagos al personal especializado. Las variables para precio y cantidad son W3 y X3, respectivamente.

### d) Stock de investigación

La variable stock de investigación fué considerada tomando los gastos totales del Centro de Investigaciones "Alberto Boerger", CIAAB, en investigación en cultivos, en forma agregada y en Nuevos Pesos corrientes, considerando además una estimación del gasto que realiza la institución en comunicaciones y para la presentación de resultados. Los precios de ésta, como de las demás variables, fueron transformados a valores constantes utilizando el Índice de Precios al Consumo, con base en el año 1987. La variable stock de investigación se calculó de acuerdo con la formula estándar, utilizada en los estudios en los otros países.

### e) Stock de PROCISUR

Se utilizó la misma metodología de cálculo que para la variable stock de la investigación.

## 2.6.3 Resultados y Discusión

Los resultados de la aplicación del modelo se presentan, en forma resumida, en el Cuadro 11.





**Cuadro 11 - Estimación de elasticidades, Uruguay, periodo 1965 - 1987**

VARIABLES	ELASTICIDAD DE LA OFERTA DEL PRODUCTO	ELASTICIDADES DE DEMANDA DE INSUMOS		
		FERTILIZANTES X1	MAQUINARIA X2	MANO DE OBRA X3
PRECIO DE PRODUCTO	0.285248 (N.S)	-0.1327496 (N.S)	-0.02175 (N.S)	-0.00964870 (N.S)
PRECIO DE FERTILIZANTE	0.0206381 (N.S)	-0.0647075 (N.S)	0.011987 (N.S)	0.007659479 (N.S)
PRECIO DE MAQUINARIA	0.0294283 (N.S)	0.19331372 (N.S)	-0.09193 (1%)	-0.04219136 (2%)
PRECIO DE MANO DE OBRA	0.163064 (10%)	0.02414344 (N.S)	0.101708 (1%)	0.044180590 (1%)
TIERRA	-2.706140933 (10%)	5.21371318 (10%)	-1.98848 (1%)	-1.04032046 (1%)
PROCISUR	0.091908168 (1%)	0.02547379 (1%)	0.179136 (1%)	0.076767911 (1%)
INVESTIGACION CIAAB	0.6267811318 (1%)	0.39760794 (N.S)	0.633791 (1%)	0.262873526 (1%)
TIERRA AL CUADRADO	1.4888723313 (10%)	-2.7488097 (1%)	0.935442 (1%)	0.492844064 (1%)

En el presente análisis es de particular interés el impacto que tienen las variables stock de investigación del CIAAB y de PROCISUR.

Un 10% de incremento en el stock de investigación nacional y del PROCISUR, resulta en un incremento del 6.27% y 0.9%, respectivamente, de la oferta de productos por año. Esto provoca además un incremento en el empleo de mano de obra de 2.62% y 0.8% anual, e incrementan el uso de fertilizantes en 3.98% y 0.3% anual. El mayor impacto es sobre la maquinaria que se incrementa en un 6.34% y 1.8% anual, como resultado de incrementar en un 10% las variables de Stock de la investigación nacional y del PROCISUR.

Considerando el enfoque utilizado por EVENSON (1982) se tiene que un incremento en el 10% en las inversiones y gastos en la variable stock de investigación causará un incremento en el producto de 6.27% anual y en insumo de 2.78%. Esta es una medida de ganancia total producida por el factor productividad debido al cambio tecnológico. El incremento de 2.78% es muy alto para los estándares internacionales, como es el caso en Brasil donde EVENSON (1982) estimó una ganancia total producida por el factor productividad de 0.51% .



Para el caso de PROCISUR el impacto es menor que para el caso de CIAAB, pero no obstante es alto en relación con los estándares internacionales (0.46%). Este valor es cercano a la cifra obtenida por Evenson para Brasil.

Para obtener una estimación de la tasa interna de retorno FERREIRA&CRUZ (1989) convirtieron la elasticidad total del factor productividad en un producto marginal de los gastos de investigación. Las tasas internas de retorno obtenidas fueron de 92.10% y 109.5% para CIAAB y PROCISUR, lo que se puede considerar muy alto para los estándares internacionales.

La justificación para estos resultados se debe al hecho de, que, en el caso de Uruguay, existen niveles de inversión muy bajos en investigación agrícola. Además, merece destacarse el hecho de que asociados a este incremento en la productividad van otros factores como la falta de estimación para la variable extensión, la concentración de la estructura agraria, acentuada en el último período, y otros factores de política que también tienen su rol en el incremento de productividad. Por otra parte, los resultados ponen de manifiesto la importancia que tiene para el Uruguay un programa como PROCISUR, dado que a través del intercambio regional con los países del área y el apoyo de los Centros Internacionales, se ha podido capitalizar nuevos conocimientos adquiridos, lo que ha dado en un incremento en la productividad global del sector.

#### 2.6.4 Conclusiones

La tarea de evaluar el impacto económico de un programa como el PROCISUR, no ha resultado fácil en el caso de Uruguay. No obstante, los resultados obtenidos han cumplido con lo esperado. Puede quedar claro, sin embargo, que el aumento en la productividad del sector no se deben solamente a la variable tecnología, sino a que se ha operado una concentración a nivel de la estructura productiva del agro que ha incidido, con seguridad en este incremento.

Un aspecto a destacar es la importancia de estudios de este tipo como apoyo a la toma de decisiones, a nivel directivo para las instituciones de investigación agrícola. Se desprende de este estudio que es importante para un país como Uruguay, contar con un programa como PROCISUR, que apoye las tareas de investigación a nivel nacional y actúe como catalizador del apoyo brindado por los institutos internacionales y por los sistemas nacionales de investigación agrícola de los otros países miembros.

También hay que resaltar que aparece claramente el bajo nivel de inversión y de gastos en investigación agrícola en el Uruguay. Esto es importante de destacar porque los efectos de un programa como PROCISUR a nivel de país, dependerán de la capacidad propia a nivel científico que tengan los países, para discernir qué conocimientos se deben trasladar y cuales ameritan



un estudio local más profundo. Esto significa que si en el Uruguay no se contara con una capacidad científica que utilice la experiencia de otros países en beneficio propio, no habría efectos de un Programa como PROCISUR.

Los resultados obtenidos con este modelo demuestran lo ventajoso que resultaría para el país invertir en investigación agrícola a nivel nacional y en programas como PROCISUR para la generación de tecnologías aptas que sirvan de base para un desarrollo agrícola sostenido, posibilitando mejoras en la competitividad del país en el mercado externo.

### 3. EL IMPACTO INTERNACIONAL DEL PROCISUR\*

#### 3.1 Metodología

La evaluación del impacto económico del PROCISUR a nivel del Cono Sur fué realizada utilizando el método de descomposición de la productividad, el cual exige variables que considere 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 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 favorece o estimula el desarrollo tecnológico de la región B.

---

\* - Para mayores detalles consultar EVENSON&CRUZ (1989).



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 a nivel 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 a través de ecuaciones simultáneas.

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

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.

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

El stock de investigación fué calculado a través de la suma acumulada de los gastos con investigación, expresados en US\$. 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 tecnicos/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 calculada como sigue:

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

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 del Mapa 1 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  $\text{Ln}(\sum_j G_{ij} \& R_j \cdot \text{PR}_{ij})$ , para  $i=j$ .

$\text{PR}_{ij}$  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  $\text{PR}_{ij}$  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. 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.

LNIELDA = rendimiento del cultivo en la región vecina,  
con un defase de 4 años.

Esta variable también se identifica como "YEAR".

LNIELDA = a + b.YEAR + c.GOOD + d.POOR.



MAPA 1.-- CLASIFICACIÓN GEOCLIMÁTICA, SEGÚN PAPADAKIS, EN EL ÁREA DE ACTUACIÓN DEL PROCISUR.

1. TROPICAL

- 1.1 Semi-hot equatorial. Ex. Jakarta, Indonesia
- 1.2 Semi-hot tropical. Ex. Rio de Janeiro, Brazil
- 1.3 Dry semi-hot tropical. Ex. Accra, Ghana
- 1.4 Hot tropical. Ex. Madras, India
- 1.5 Semiarid tropical. Ex. Niamey, Niger
- 1.6 Cool tropical. Ex. Hamilton, Bermuda
- 1.7 Humid tierra templada. Ex. San José, Costa Rica
- 1.8 Dry tierra templada. Ex. Tabora, Tanzania
- 1.9 Cool winter hot tropical. Ex. Calcutta, India

2. TIERRA FRÍA

- 2.1 Semi-tropical tierra fría. Ex. Bulawayo, Rhodesia
- 2.2 Low tierra fría. Ex. Tananarive, Madagascar
- 2.3 Medium tierra fría. Ex. Mexico City, Mexico
- 2.4 High tierra fría. Ex. La Paz, Bolivia
- 2.5 Low andine. Ex. Puno, Peru
- 2.6 High andine. Ex. Cerro de Pasco, Peru
- 2.7 Andine mist forest. Ex. Pongorango, Indonesia
- 2.8 Andine tundra
- 2.9 Andine sub-glacial desert

3. DESERT

- 3.1 Hot tropical desert. Ex. Massawa, Ethiopia
- 3.2 Hot subtropical desert. Ex. Cairo, U.A.R.
- 3.3 Semi-hot or cool tropical desert. Ex. Lima, Peru
- 3.4 Cool subtropical desert. Ex. Walvis Bay, S.W. Africa
- 3.5 Tropical highland desert. Ex. Las Anod, Somalia
- 3.6 Continental desert. Ex. Kashgar, China
- 3.7 Pampean desert. Ex. Mendoza, Argentina
- 3.8 Patagonian desert. Ex. Col. Sarmiento, Argentina

4. SUBTROPICAL

- 4.1 Humid subtropical. Ex. Porto Alegre, Brazil
- 4.2 Monsoon subtropical. Ex. Lahore, Pakistan
- 4.3 Hot semi-tropical. Ex. Asunción, Paraguay
- 4.4 Semi-hot semi-tropical. Ex. Miami, Fl., U.S.A.
- 4.5 Semi-mediterranean subtropical. Ex. Cherat, Pakistan

5. PAMPEAN

- 5.1 Typical pampean. Ex. Nueva de Julio, Argentina
- 5.2 Highland pampean. Ex. Pigué, Argentina
- 5.3 Subtropical pampean. Ex. Houston, Tex., U.S.A.
- 5.4 Marine pampean. Ex. Christchurch, N. Zealand
- 5.5 Monsoon peri-pampean. Ex. Córdoba, Argentina
- 5.6 Semiarid peri-pampean. Ex. San Angelo, Tex., U.S.A.
- 5.7 Patagonian grassland. Ex. Felling, N. Zealand
- 5.8 Semiarid patagonian. Ex. Lago Argentino, Argentina

6. MEDITERRANEAN

- 6.1 Subtropical mediterranean. Ex. Sevilla, Spain
- 6.2 Marine mediterranean. Ex. San Francisco, Cal., U.S.A.
- 6.3 Cool marine mediterranean. Ex. Seattle, Wash., U.S.A.
- 6.4 Tropical mediterranean. Ex. Funchal, Madeira
- 6.5 Temperate mediterranean. Ex. Marseille, France
- 6.6 Cold temperate mediterranean. Ex. Erzurum, Turkey
- 6.7 Continental mediterranean. Ex. Thessaloniki, Greece
- 6.8 Subtropical semiarid mediterranean. Ex. Murcia, Spain
- 6.9 Continental semiarid mediterranean. Ex. Teheran, Iran

7. MARINE

- 7.1 Warm marine. Ex. Auckland, N. Zealand
- 7.2 Cool marine. Ex. London, U.K.
- 7.3 Cold marine. Ex. Sitka, Alaska, U.S.A.
- 7.4 Polar marine. Ex. Heard Island, France
- 7.5 Warm temperate. Ex. Bordeaux, France
- 7.6 Cool temperate. Ex. Berlin, Germany
- 7.7 Cold temperate. Ex. Helsinki, Finland
- 7.8 Humid patagonian. Ex. Ushwelo, Argentina





### 3.2 Resultados

El Cuadro 12 presenta los valores de  $R^2$  para valores alternativos de "&". Estos parámetros son los pesos (ponderaciones) utilizados en el estudio.

Cuadro 12 - Parámetros "&", según pesos alternativos.

Valores de &	Maiz		Trigo		Soja	
	$R^2$ (1)	$R^2$ (2)	$R^2$ (1)	$R^2$ (2)	$R^2$ (1)	$R^2$ (2)
&=1	.5987	.7374	.7215	.6910	.7438	.7098
&=2	.5015	.7258	.7012	.6922	.7429	.7202
&=3	.4377	.7044	.6735	.6878	.7351	.7177

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

#### a) Trigo

El Cuadro 13 presenta las estimaciones obtenidas a través del método de los mínimos cuadrados de tres etapas (3SLS), para el cultivo de trigo.

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 a nivel de la productividad del trigo en el Cono Sur de América Latina. El efecto total de PROCISUR (B1.LPRNGH1 + B1.LPRNGH1) sobre el índice de productividad de trigo es de .066, lo que indica que un incremento de diez por ciento en el stock de dicho Programa aumenta los rendimientos en casi el 1%, a nivel del área.

Para el caso del trigo la variable interacción entre stock de la región y stock de la región vecina (LSRNR) no presentó coeficiente significativo al test "t" de Student. Lo mismo aconteció con la variable interacción entre stock de investigación e intensidad de extensión en la propia región (LRESEX).





Cuadro 13 - Trigo: Resultados de las estimaciones del estudio internacional, PROCISUR

MODELO: D1	SSE	5.418985	F RATIO	33.82
	DFE	285	APPROX PR>F	0.0001
VAR DEP: LIYIELD	MSE	0.019014	R-SQUARE	0.7230
	OBJ	5.161540		

VARIABLE	Coefficiente Estimado	Valor de "t"
INTERCEPT	-1.687238	-4.7786
BRMT	0.066769	1.0298
BRMG	0.185186	3.1755
BRSP	0.193409	3.5628
BRPR	-0.113290	-2.6227
BRSC	0.205438	3.9013
SANTAFE	0.882602	5.7965
CORDOBA	0.800717	4.8435
BUENOS	0.636489	4.0860
LAPAMPA	0.765424	4.8770
URUGUAY	-0.170906	-1.7484
PARAGUAY	0.752567	3.2635
BOLIVIA	0.189973	3.5495
CHILE	0.770951	3.3230
LCRESEXP	0.005068784	1.5901
LRNGH1	0.061160	4.6284
B1.LPRNSH1	0.005107843	2.3071
LSRNR	1.63273E-11	0.2365
LRESEX	-0.000682703	-0.4600
LEXTA	-0.084573	-3.2529
GOOD	0.211680	4.3338
POOR	-0.211788	-9.7196
BAD	-0.626204	-12.8748



b) Maiz

Los resultados de la regresión del estudio internacional, en el caso de maiz, se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14 - Maiz: Resultados de las estimaciones del estudio internacional, PROCISUR

MODELO: D1	SSE	6.588099	F RATIO	24.15
	DFE	243	APPROX PR>F	0.0001
VAR DEP: LIYIELD	MSE	0.027112	R-SQUARE	0.6653
	OBJ	5.069070		

VARIABLE	Coefficiente Estimado	Valor de "t"
INTERCEPT	-1.555614	-4.1306
BRMT	0.109806	1.9635
BRMG	0.114020	1.6437
BRSP	0.145039	2.2543
BRPR	0.018054	0.3504
BRSC	0.122416	1.9756
SANTAFE	0.551767	3.0435
CORDOBA	0.583012	3.0287
BUENOS	0.535715	2.9600
LAPAMPA	0.944884	5.0697
PARAGUAY	0.610892	2.2775
BOLIVIA	-0.053948	-0.8657
LCRESEXP	0.011130	2.9396
LRNGH1	0.061788	4.4708
B1.LPRNSH1	0.013387	3.9955
LSRNR	0.0009038473	0.4806
LRSEX	-4.02504E-10	-2.6429
LEXTA	-0.071193	-2.3760
GOOD	0.086905	1.3347
POOR	-0.142996	-5.3260
BAD	-0.305896	-6.4200

Los resultados presentados indican que el PROCISUR ha tenido impacto positivo a nivel de cultivo de maiz 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 0.075, lo que muestra que un incremento de diez por ciento en el stock de PROCISUR resulta en un aumento de cerca de 0.75% en el índice de productividad del maiz a nivel del área.

Por otra parte, la variable interacción entre stock de investigación e intensidad de extensión, al igual que en el caso del trigo, 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 vecina. El coeficiente fué significativo, aunque con signo negativo, lo que indica que la investigación de la region vecina es substitutiva, o competitiva, segun sea el caso, en relación con aquélla 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 maiz, por la suma de esfuerzos cuyos resultados se comparten.

c) Soja

El Cuadro 15 presenta los resultados de la regresión estimada para el caso de la soja.

Cuadro 15 - Soja: Resultados de las estimaciones del estudio internacional, PROCISUR.

MODELO: D1	SSE	4.892131	F RATIO	29.41
	DFE	211	APPROX PR>F	0.0001
VAR DEP: LIYIELD	MSE	0.023185	R-SQUARE	0.7360
	OBJ	3.680640		

VARIABLE	Coeficiente 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
SANTAFE	0.285174	1.2502
CORDOBA	0.257787	1.0874
BUENOS	0.213653	0.9557
URUGUAY	- 0.430102	- 2.8053
PARAGUAY	0.286110	0.8795
BOLIVIA	- 0.00382379	- 0.0564
LCRESEXP	- 0.00202008	- 0.5012
LRNGH1	0.090445	6.3290
B1.LPRNSH1	0.009854513	3.4876
LSRNR	- 2.52806E-10	- 2.5437
LRESEX	- 0.0066175	- 3.4689
LEXTA	- 0.030516	- 0.8055
GOOD	0.201270	3.5297
POOR	- 0.183855	- 6.5451
BAD	- 0.384043	- 9.3638

Al igual que en los casos del trigo y del maiz, 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".

El efecto total de PROCISUR (LRNGH1 + B1.LPRNGH1) fue 0.099, lo que significa que un aumento de 10% en el stock de PROCISUR, produce un incremento del 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 a nivel de cada una de las catorce regiones del estudio, basta multiplicar la elasticidad total (LRNGH1 + B1.LPRNGH1) por el nivel medio de gasto de dicho Programa, en cada una de estas regiones. El Cuadro 16 resume el impacto económico del PROCISUR a nivel de los tres cultivos analizados, medido en términos de elasticidad total.

Cuadro 16 - Elasticidades medias del PROCISUR en su región de actuación para trigo, maíz y soja.

VARIABLES	CULTIVOS		
	Trigo	Maiz	Soja
LRNGH1	.061	.062	.090
B1.LPRNGH1	.005	.013	.009
TOTAL	.066	.075	.099

Todas estas elasticidades son significantes al test "t" de Student, con valores superiores al 2.0, como ya presentado en los Cuadros 8, 9 y 10.





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.

Los resultados presentados confirman otros resultados alcanzados en evaluaciones o análisis del rol del PROCISUR realizados recientemente (GASTAL, 1988; CABRAL, 1988; entre otros). Dicho Programa, al facilitar el intercambio técnico-científico y de germoplasma, vincula los stocks de investigación de las regiones vecinas y, en consecuencia, crea condiciones para que se realice la transferencia de tecnología agrícola, especialmente la de tipo indirecta. Este estudio, a través del uso de un modelo econométrico, no sólo permitió cuantificar dichos efectos indirectos, sino que sobre todo comprobó el éxito del PROCISUR de una manera contundente.

### 3.3 Conclusiones y recomendaciones particulares

El estudio internacional de evaluación del impacto económico del PROCISUR presentó una serie de resultados que evidenció de una manera transparente el efecto positivo de dicho Programa en su región de actuación, o sea, a nivel del Cono Sur de America Latina. En vista de los resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

a) El Programa ha facilitado el intercambio entre los diversos países involucrados vinculando los stocks de conocimientos, lo que facilitó el proceso de transferencia indirecta de tecnología del stock de investigación hacia el índice de productividad, constatado en el estudio;

b) El stock de investigación de las regiones vecinas ha presentado efecto positivo en los tres cultivos, indicando que dichos stocks tienen el rol de complementar la investigación de la región receptora en su efecto sobre los incrementos del índice de productividad;

c) La intensidad de la extensión pública no ha presentado efecto significativo en el análisis realizado, lo que puede indicar que la misma no presente un rol importante en la región de PROCISUR. La ausencia de la extensión privada en el estudio puede explicar, por lo menos en parte, la poca importancia de la extensión como variable explicativa de cambios en los índices de productividad en la región de estudio;

d) Considerando la existencia en la región de acciones de intercambio también a nivel de los sistemas nacionales de investigación del Cono Sur y los centros internacionales de investigación, es probable que junto al efecto positivo del PROCISUR haya un efecto que debe ser atribuido, al menos



parcialmente, a los centros internacionales, como el CIMMYT, en especial. Por ello al analizar los resultados se debe atender más a la dirección y la significancia de los diferentes efectos, que a la magnitud de los mismos.

e) Al adaptarse perfectamente al análisis de las transferencias inter-regionales facilitadas por el PROCISUR en el Cono Sur de America Latina, el modelo utilizado comprobó su elevado potencial analítico, lo que lo acredita para ser utilizado en estudios similares en cualquier región donde existan programas cooperativos en areas de investigación y transferencia de tecnología agrícola.

Por otro lado, a pesar del satisfactorio nivel de ajuste del modelo, y de los excelentes resultados alcanzados en la evaluación de dicho Programa, es recomendable que en futuros estudios sean tenidos en cuenta los siguientes puntos:

- Las actividades de cooperación internacional desarrolladas en la región del Cono Sur y sus respectivos gastos, especialmente aquellos llevados a cabo por centros internacionales como CIMMYT y CIAT;
- La asistencia técnica y la extensión rural privada, principalmente cuando la evaluación involucrar rubros y regiones donde es alto el grado tecnológico y, por lo tanto, haya gran interacción con firmas vendedoras de insumos, maquinarias y equipos agrícolas, semillas etc.
- En la medida en que el PROCISUR no sea el único organismo a desarrollar actividades de intercambio técnico científico en la región, es indispensable que su dirección y los coordinadores internacionales y nacionales de dicho Programa, en su nueva etapa, establezcan un servicio completo de monitoreo, no sólo de la difusión de los resultados/tecnologías, sino también más de sus eventuales impactos económicos y sociales. Con esto se evitaria en el futuro atribuir al PROCISUR beneficios que en realidad son de organismos internacionales, o aún de los propios sistemas nacionales via otras formas de cooperacion, además de facilitar la interpretación y análisis de los resultados obtenidos cuando se usa n modelos econométricos del tipo utilizado en esta evaluación.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

##### **4.1 Conclusiones**

El estudio internacional y los respectivos estudios nacionales de evaluación del impacto económico del PROCISUR, en



general, presentaran resultados satisfactorios, lo que permite sacar las siguientes conclusiones generales:

a) El PROCISUR ha presentado impacto positivo sobre los índices de productividad, en la medida que sus acciones de intercambio han facilitado el acercamiento de los stocks de investigación de las regiones vecinas. Este impacto del Programa se ha verificado tanto a nivel de los estudios nacionales como del estudio internacional, lo que significa que un incremento en los stocks de conocimientos en las regiones vecinas donantes se repercute positivamente en los índices de productividad de las regiones receptoras.

b) Los stocks de investigación de cada una de las catorce regiones del estudio, en general han presentado una interacción positiva con los índices de productividad de los tres rubros analizados. Esto significa que un incremento en los gastos con investigación tiene respuesta positiva en términos de los índices de productividad a nivel de la propia región donde se efectuó la inversión en investigación.

c) En algunos estudios, como en el caso de Paraguay, se constató la existencia de transferencia directa de las regiones vecinas, o sea, está ocurriendo transferencia tecnológica a través de la frontera. Este resultado indica que en el proceso de transferencia de tecnología agrícola existe no solo una participación del PROCISUR, sino también una interacción positiva entre agricultores, vendedores de insumos, maquinaria y equipos, y extensionistas a través de la frontera, cuando las regiones vecinas presentan condiciones geoclimáticas similares.

d) Tanto el estudio internacional, como la mayoría de los estudios nacionales, no detectaron impacto positivo de la extensión sobre los índices de productividad. Este resultado, entretanto, no puede ser conclusivo en la medida en que los gastos con asistencia técnica y extensión rural privada no entraron en la formación de la variable intensidad de extensión usada en el estudio.

#### 4.2 Recomendaciones Generales

En vista de los resultados obtenidos y de las limitaciones constatadas a niveles tanto del estudio internacional como de los estudios nacionales, se recomienda lo siguiente:

a) La participación de los centros internacionales de investigación cuyas actividades de cooperación técnica son muy intensas en el Cono Sur, debe ser incluida en futuros estudios, de forma a evitar la atribución al PROCISUR de beneficios resultantes de la cooperación de los sistemas nacionales con estos centros, especialmente el CIMMYT. La evaluación del impacto de un programa cooperativo como el PROCISUR exige mucho rigor en



la cuantificación de los beneficios, para evitar la sobreestimación de la tasa de retorno de las inversiones realizadas.

b) Para obtener mejores resultados en otros estudios de evaluación de impacto del PROCISUR a nivel de la región, previstos en la nueva etapa de dicho Programa, es necesario el establecimiento de un sistema de monitoreo del proceso de difusión y transferencia tecnológica. Aún cuando tal monitoreo tenga algún costo para PROCISUR, sus informaciones son muy útiles en la cuantificación de los beneficios y en la interpretación y análisis de los resultados. Esto es recomendable especialmente cuando se usa un modelo econométrico, similar al usado en esta evaluación.

c) Dada la importancia de los servicios de asistencia técnica desarrollado a través de cooperativas agrícolas, empresas de planeamiento, firmas vendedoras de insumos, maquinaria y equipos es necesario que los futuros estudios tengan disponible esta información y, si es posible gastos de estos servicios. La no inclusión de la asistencia técnica privada prácticamente ha inviabilizado un análisis más seguro del rol de la extensión en los incrementos de productividad en la región de actuación del PROCISUR.





## 5. REFERENCIAS

- AVILA, A.F.D. Evaluación del impacto del PROCISUR sobre la productividad de trigo, soja y maíz en Bolivia, New Haven (USA), IICA/BID/PROCISUR, junio de 1989, 33p.
- AVILA, A.F.D. & FERRARI, R. Transferencia inter-regional de tecnología agrícola y evaluación del impacto del PROCISUR en Paraguay, New Haven (USA), IICA/BID/PROCISUR, junio de 1989, 69p.
- CRUZ, E.R.da & AVILA, A.F.D. Technology spill-over in the IICA/PROCISUR Region: The case of Brazil, New Haven (USA), IICA/BID/PROCISUR, June 1989, 37p.
- CRUZ, E. R. da. Transferencia Inter-regional de Ganhos de Produtividade da Terra e Política Tecnológica para a Agricultura. Brasília, EMBRAPA - DDT, 1987 ( EMBRAPA - DEP, Documentos, 28 ).
- CABRAL, J.I. Informe de la Mision de Evaluación (PROCISUR), Brasilia, julio de 1987, 67p.
- CAMPOS, A. & ORTIZ, C. Analisis de las variables que han afectado los rendimientos de trigo en Chile, Santiago, INIA, Mayo 1989, 95p.
- 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. & CRUZ, E.R.de The Impacts of the PROCISUR Program: An International Study, New Haven (USA), IICA/BID/PROCISUR, June 1989, 70p.
- EVENSON, R. E. Organizational and Structural Characteristics of Agricultural Research Systems and General Evaluation Principles. In: EVENSON, R., CRUZ, E.R.; AVILA, A.F.D. & PALMA, V. (eds). Economic Evaluation of Agricultural Research : Methodologies and Brazilian Applications. EMBRAPA/Yale University, New Haven, 1988, Chapter I.
- EVENSON, R.E. Observations of brazilian agricultural research and productivity R. Econ. Rural, 20(3): 367-401, 1982.
- FERREIRA, G. & CRUZ, E.R. de 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, junio de 1989, 36p.





