

Participación e Impacto del Programa de Recuperación de Suelos Degradados en Usuarios de INDAP

J.C. Caro, ⁽¹⁾ O. Melo, W. Foster
Departamento de Economía Agraria
Pontificia Universidad Católica de Chile
Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile

ABSTRACT

J.C. Caro, O. Melo, W. Foster. Participación e Impacto del Programa de Recuperación de Suelos Degradados en Usuarios de INDAP

The System of Incentive for Degraded Soils Recuperation is one of the Ministry of Agriculture's most important programs. The program has existed for eight years and annually benefits nearly 40,000 farms, totaling US\$ 30 million per year. This study evaluates two specific sub-programs of incentives using a year 2001 survey of 402 small farm households participating in INDAP (small-farm subsidized credit program) and living in the VII to X Regions. Based on a microeconomic decision model, participation in Phosphate Fertilization and Pasture Recuperation were estimated, along with impact functions. Results show that farmers with larger animal herds and better-linked to markets have a higher probability of program participation. Treatment-effects econometric models were applied and selection-effects bias was tested and rejected. The results show direct statistically-significant positive impacts of the two programs on income.

There is only partial evidence that the programs act on income through yield increases for potatoes and milk. These yield increases do not necessarily lead to higher incomes. Participation in the programs does not appear to improve value of farm sales.

 **Key Words:** phosphate fertilization, program evaluation, bias selection, INDAP

⁽¹⁾ QEPD. Dedicamos este trabajo a su memoria. Dirigir correspondencia a Oscar Melo, omelo@uc.cl.

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Incentivos de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD) es uno de los programas más importantes que tiene el Ministerio de Agricultura; fundamentalmente el programa entrega recursos financieros para que los productores agrícolas realicen acciones que les permita mejorar el estado de degradación que presentan los suelos en Chile. El programa tiene una existencia de ocho años, con un horizonte de ejecución hasta el año 2008. Anualmente, cerca de 40.000 agricultores se benefician de este subsidio que entrega alrededor de 30 millones de dólares. Medir los efectos de este tratamiento se convierte en una tarea inexcusable para el Estado.

El Programa de Recuperación de Suelos Degradados (PRSD), tiene su origen en marzo de 1995, momento en que el Gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, determinó aplicar una serie de medidas para apoyar el proceso de transformación de la agricultura y asignó a SAG e INDAP la tarea de generar instrumentos legales y técnicos, con el fin de administrar recursos presupuestarios para incentivar e impulsar el desarrollo ganadero del país ⁽¹⁾.

En el caso de INDAP, estas medidas se implementaron a través del Programa de Establecimiento y Mejoramiento de Praderas a partir del mismo año. Este Programa se utilizó como un instrumento de apoyo a la ganadería del sur de Chile. En términos generales, subsidiaba hasta en un 30%, con un tope máximo de \$100.000 por hectárea, el establecimiento y mejoramiento de las praderas. Su aplicación comenzó a realizarse entre las regiones V y X. En el caso del SAG, el programa comienza a operar en el año 1996. En el año 1997, a través del D.L. N° 24, nace el Plan de Recuperación de la Productividad de los Suelos, en reemplazo del anterior, y se constituye como una de las herramientas más importantes para estimular y promover el desarrollo de la pequeña agricultura campesina y la conservación de la fertilidad de los suelos. En el año 1999 el programa toma el nombre actual: Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD); el que se dictaminó a través de un Decreto Ley (D.L. N° 235).

Este decreto es muy importante para el desarrollo del programa, puesto que renovó la bonificación a la recuperación de los suelos degradados por un plazo de 10 años, a partir de noviembre de 1999, lo que permite distribuir, en promedio, más de 30 millones de dólares anuales para la recuperación de los suelos. El SIRSD entrega una bonificación asociada a los costos netos de los insumos, labores, y asesorías técnicas requeridas para implementar los planes de manejo.

El programa está formado por distintos componentes, los cuales se diferencian por las obras implicadas en cada uno de ellos (DFL. N° 235 Refundido). En la actualidad los componentes del SIRSD son seis:

- a) **Programa de fertilización fosfatada (PFF).**
- b) **Programa de enmiendas calcáreas (PEC).**
- c) **Programa de recuperación de praderas (PRP).**
- d) **Programa de conservación de suelos (PCS).**
- e) **Programa de rehabilitación de suelos (PRS).**
- e) **Programa de Mejoramiento y Conservación de Suelos mediante Rotación de Cultivos (PRC).**

Los incentivos que otorga INDAP, se asignan directamente, de acuerdo a la demanda de los usuarios o mediante un sistema de selección de postulaciones, sólo para quienes acrediten la calidad de pequeño productor agrícola. La participación de los agricultores en el programa es voluntaria y se definen mediante un proceso de postulación, con criterios que definen la adjudicación. La mayor parte de ellos son productores agrícolas que participan de otros programas del instituto, siendo incluso éste un requisito -no excluyente- de ser beneficiario. Los resultados de este concurso se definen mediante la selección de aquellos postulantes que tengan los más altos puntajes, de acuerdo a una escala definida previamente y que es de conocimiento previo por parte de los postulantes.

Estos procedimientos pretenden que la distribución de los beneficios se focalice en aquellos productores que tengan los más bajos niveles disponibilidad de fósforo, o posean altos niveles de acidificación del suelo o que poseen tecnologías inapropiadas.

El SIRSD es considerado actualmente uno de los instrumentos más importantes que posee el Ministerio de Agricultura; el volumen de recursos y el número de beneficiarios así lo demuestran. Entre los años 1998 y 2002, el programa ha distribuido bonificaciones cercanas a los 93.500 millones de pesos (pesos de 2002), ha tenido cerca de 187.000 beneficiarios ⁽²⁾ Los agricultores pueden postular más de una vez, y ha intervenido sobre más de 1,2 millones de hectáreas a lo largo del país. El volumen de recursos y beneficiarios ha permanecido relativamente estable en los últimos 3 años utilizados en este estudio.

La distribución porcentual de los usuarios del programa entre 1996 y 2000, muestra que el componente de recuperación de praderas (PRP) es el más demandado, siendo entregado a un 44%

⁽¹⁾ Aunque el objetivo explícito del programa es la recuperación de suelos degradados, existe una visión de parte de los actores del programa que señala que éste tiene un objetivo político que es compensar al sector agropecuario nacional a raíz de su ingreso al acuerdo comercial de Chile con el MERCOSUR, de tal forma que el sector pueda alcanzar mejores condiciones para incorporarse y competir en los mercados nacionales e internacionales (EMG, 2002).

⁽²⁾ Los agricultores pueden postular más de una vez.

de los productores que participaron en el programa. En segundo lugar se encuentra el componente de fertilización fosfatada (PFF) el que se entregó a 28% de los mismos. En el último tiempo ha cobrado especial relevancia el componente de conservación de suelos (PCS).

En cuanto a la distribución regional del programa, hasta el año 2000, la mayor parte de los recursos se concentraba en las regiones VII y X, con el 91% de los recursos destinados a estas dos regiones, con especial énfasis en la X región, en donde se concentran cerca del 50% de los recursos del programa entre los años 1996 y 2000 (EMG, 2002).

El objetivo de este trabajo es evaluar los principales impactos directos e indirectos del SIRSD en los usuarios de INDAP teniendo en consideración un posible sesgo de selección. Para esto interesa conocer los determinantes de la participación en el programa, medir el impacto de los componentes del programa en las variables de impacto directo y determinar si hay efectos indirectos atribuibles al programa.

MATERIALES Y METODO

Para aproximarse en forma consistente a la identificación y medición de los efectos o impactos del SIRSD sobre los agricultores, se evaluó el uso de un modelo econométrico de efectos de tratamiento.⁽³⁾ Sin embargo, la estimación arrojó como resultado que el efecto de auto-selección en este modelo no es significativo y, por tanto, las estimaciones realizadas con el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) entregan una estimación adecuada, y más eficiente, del impacto del tratamiento en los agricultores.⁽⁴⁾

Para identificar los resultados a evaluar, debemos centrarnos en los efectos directos que cada uno de los componentes pretende lograr sobre el suelo. En este análisis nos hemos concentrado en los dos componentes principales que tiene el programa: el componente de fertilización fosfatada (PFF) y el componente de recuperación de praderas (PRP)⁽⁵⁾. Sus efectos directos serán medidos por el nivel de fósforo en el suelo y la superficie de praderas mejoradas en el predio, respectivamente. Se espera que el nivel de estas variables dependa de la bonificación y/o de la superficie bonificada en cada predio. A mayor monto de bonificación se espera un mayor impacto.

La información que se utiliza en este documento proviene de una encuesta aplicada en el marco de una evaluación de impacto encargada por el Ministerio de Agricultura de Chile. Esta evaluación implicó la aplicación de una encuesta a los usuarios del Programa SIRSD de los años 1996 y 2000, más un grupo de control. La encuesta fue aplicada entre septiembre y noviembre de 2001. La evaluación consideró beneficiarios que habían sido usuarios del programa tres y dos años antes, sin embargo, para la determinación de la muestra no se hizo inferencia por año de ingreso al programa, provincia, localidad, monto bonificado, cantidad de hectáreas o subprograma en el que participa. La muestra está hecha en base a personas pero que representan hogares. Si una persona fue seleccionada, se la entrevistó por todos los predios que tuviere en el programa, lo que aumentó la cantidad de predios evaluados.

Los datos del grupo control (sin tratamiento) están conformados por la totalidad de agricultores que no han sido parte del programa y fueron seleccionados sobre la base de presentar atributos de suelo y manejo similares a los agricultores que forman parte de los beneficiarios del programa. Considerando lo anterior, el levantamiento de la encuesta consideró un diseño muestral estratificado, aleatorio bietápico, con distribución proporcional al interior de las celdas que comprendió los siguientes estratos: región (VII, VIII, IX, X), componente y localidad. Aplicando el efecto del diseño, el error muestral fue de 6% a nivel nacional y 12% por región.

Una vez ubicados los agricultores participantes y los agricultores testigo, se aplicó una encuesta que recopiló información demográfica, productiva y de ingreso, realizando análisis de suelos a todos los productores. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la información disponible sobre los beneficiarios es mayor que la información del grupo de control. Por diseño, la encuesta incluyó un total de 102 preguntas, pero sólo el 33% de ellas corresponde a preguntas realizadas a ambos grupos. Este truncamiento de información representa una primera restricción de los datos. Hay un conjunto de variables de interés que probablemente hubiesen jugado un rol relevante para diferenciar a ambos grupos, ellas son: si recibe algún otro tipo de beneficio o subsidio agrícola por parte del estado; las fuentes de financiamiento que usa para financiar operaciones (crédito o capital propio); el nivel de activos que tienen los productores, entre otros.

⁽³⁾ Se utiliza un modelo de selección muestral de Heckman (1979), cuyos detalles de implementación puede verse en Caro (2005).

⁽⁴⁾ Por razones de espacio no incluimos las estimaciones, pero se encuentran disponibles de los autores.

⁽⁵⁾ Hay dos razones por las cuales hemos centrado el análisis en estos componentes: primero, ambos componentes son los más demandados por los productores, y segundo, el número de observaciones disponibles nos permite realizar regresiones consistentes por componente, solamente con estos dos subgrupos. Por lo tanto en esta evaluación no se ha considerado un análisis para los componentes de enmiendas calcáreas y de conservación de suelos, debido a la baja representatividad que tienen las observaciones en la muestra total.

La Tabla 1 indica la distribución de la muestra de agricultores. La distribución es proporcional al número de usuarios por región, es así como la décima, tiene la mayor proporción de beneficiarios del programa (50% de los usuarios son de esta región).

Los efectos directos que el Programa busca están claramente definidos en el DFL N° 235 que rige al SIRSD. El PFF busca corregir el déficit de base fosfatada en los suelos que son beneficiarios. El indicador utilizado para este efecto es el nivel

Tabla 1. Distribución regional de la muestra de hogares entrevistados

Región	Con tratamiento	Sin tratamiento	Total muestra	% muestra
VII	40	15	55	14%
VIII	51	23	74	18%
IX	42	39	81	20%
X	101	91	192	48%
total	234	168	402	100%

Fuente: Elaborado por el autor

La Tabla 2 muestra la distribución de la muestra “Con tratamiento” de acuerdo al componente del cual son beneficiarios. En esta tabla se puede observar que los componentes PFF (fertilización fosfatada) y PRP (recuperación de praderas) concentran el 82% de los beneficiarios de INDAP. El número de observaciones permite estimar regresiones consistentes sólo para estos dos componentes, por tanto, para responder a las preguntas de evaluación se utilizarán submuestras. Los 68 datos de estas submuestras serán comparados con el total de datos del grupo sin Tratamiento, que corresponde a 168 observaciones para todos los componentes.

de fósforo en el suelo medido a través del P-Olsen. Por su parte, el componente PRP busca el establecimiento de una cubierta vegetal permanente en los suelos degradados. Un indicador concreto es la superficie con praderas mejoradas ya sean de especies de rotación corta o larga, el mejoramiento de praderas naturales o el establecimiento de cultivos de ensilaje como lo son: lupino, cebada, maíz o centeno.

Tabla 2. Distribución de la muestra de beneficiarios entrevistados del programa de acuerdo al componente en el que participan y su grupo de comparación

Componente	Beneficiarios Con tratamiento	
	Número	%
Fertilización fosfatada (PFF)	129	55.1%
Recuperación de praderas (PRP)	88	37.6%
Enmiendas calcáreas (PEC)	14	6.0%
Conservación de suelos (PCS)	33	14.1%
Recuperación de suelos (PRS)	18	7.7%

Fuente: Elaborado por el autor

Los efectos indirectos no dependen exclusivamente del Programa, aunque se espera que sí contribuyan a ellos. En el caso del componente PFF se espera que aquellos predios beneficiados tengan directamente una mejora en los rendimientos de los cultivos a los que se somete el suelo. Un mejor rendimiento debería repercutir en mejores ingresos para los productores, aunque este elemento está condicionado a los precios que se obtengan. A su vez, el mejoramiento de praderas significa que los agricultores pueden tener una mayor carga animal en sus predios, así como

también una mejor producción del principal rubro asociado a este componente, es decir, la producción y venta de leche.

La ruta de análisis de la evaluación econométrica del SIRSD incluyó las siguientes etapas: 1) Se determinaron los principales determinantes de la participación en el programa mediante el análisis de un modelo Probit, 2) se determinó si existen diferencias significativas entre ambos grupos para las variables de interés en

Tabla 3. Descripción de las principales variables de interés

N°	VARIABLES	Unidad	nombre
Continuas			
1	Superficie cultivable	hectáreas	superficie
2	Escolaridad jefe de hogar	años	escolaridad
3	producción de cultivos que se entrega al mercado	%	propmercado
4	Ingreso agropecuario bruto por hectárea	(\$/ha)	ingagroph
5	Nivel de fósforo en el suelo	P-Olsen mm	polsen
6	Superficie de praderas mejoradas	hectáreas	pradmejo
7	Proporción de superficie con praderas mejoradas	%	propmejo
8	Edad jefe de hogar	años	edad
9	Tamaño del grupo familiar	personas	tfamiliar
10	Mayores de 15 años en el hogar	personas	mofamiliar
11	Distancia al camino principal	km	distancia
12	Superficie de cultivo principal 1 (trigo)	has	strigo
13	Superficie de cultivo principal 2 (papa)	has	spapa
14	Superficie de cultivo principal 3 (avena)	has	savena
15	Rendimiento cultivo principal 1 (trigo)	qq/ha	rtrigo
16	Rendimiento cultivo principal 2 (papa)	qq/ha	rpapa
17	Rendimiento cultivo principal 3 (avena)	qq/ha	ravena
18	Ingreso por ha de cultivo principal 1 (trigo) al año	\$/ha	itrigo
19	Ingreso por ha de cultivo principal 2 (papa) al año	\$/ha	ipapaha
20	Ingreso por ha de cultivo principal 3 (avena) al año	\$/ha	iavenaha
21	Número de animales equivalente por hogar	Unidades	UAE
22	Número de vacas por hogar	Unidades	nvacas
23	Venta de leche al año por hogar	\$/año	Vtaleche
24	Producción de leche por vaca al año	lts/vaca	ltsvaca
Dicotómicas			
25	Dicotómica zonas agroecológicas de secano (1= sí)		dsecano
26	Dicotómica cultivos tradicionales (1= sí cultiva trigo, avena o papa)		dcultradic
27	Sexo del jefe de hogar (1= hombre)		sexo
28 a 31	Dicotómica región 7 a región 10		dregion7- dregion10
32 a 36	Dicotómica número de años en el programa (0 a 4 años)		zano0 a zano4
37	Dicotómica producción de leche (1= sí produce)		dleche

el programa (nivel de fósforo en el suelo y praderas mejoradas), 3) luego se procedió estimar un modelo econométrico que permitiera explicar los impactos del programa a través de una relación funcional entre la variable de resultado (dependiente) y las variables de tratamiento junto a las características de los individuos, como variables independientes, 4) finalmente se utilizó el modelo de efecto de tratamiento para identificar la presencia de autoselección y así si fuera necesario, corregir los resultados obtenidos por MCO.

RESULTADOS

Los procedimientos estadísticos y de regresión numérica se realizaron utilizando el paquete estadístico Stata 8.0. Las Tablas 3 y 4 muestran la descripción y el valor de las principales variables usadas en este análisis.

Los Determinantes de la Participación en el Programa

Las variables de interés que se analizan para indagar los determinantes de la participación se pueden clasificar en cuatro categorías. La primera corresponde a las *características personales* de los participantes, especialmente del jefe de hogar. En este caso la escolaridad, el sexo y la edad son las variables más relevantes a considerar. Una segunda categoría se refiere al conjunto de características que definen los *activos físicos del hogar*. La información disponible nos permite analizar el efecto que puede tener el tamaño predial (superficie del predio o la superficie cultivable) y el stock de animales (en nuestro caso utilizamos las unidades animales equivalentes). Ambas variables se utilizan como indicadores de la “riqueza” de los hogares. En tercer lugar, se analiza alguna característica del hogar que permita medir el grado de gestión administrativa o comercial de los individuos. Las restricciones de información sólo nos permite contar con un

Tabla 4. Descripción de las principales variables de interés para productores con tratamiento y sin tratamiento

Variable	Con tratamiento			Sin tratamiento		
	Nº Obs.	Media	Desv. Estándar	Nº Obs.	Media	Desv. Estándar
Superficie	233	28.1	38.6	166	16.8	23.0
escolaridad	233	6.0	3.7	166	5.1	3.0
propmercado	234	0.4	0.4	168	0.2	0.4
ingagroph	234	192,148	227,343	168	79,348	98,210
Polsem	222	11.8	12.9	156	8.2	9.0
Pradmejo	201	10.3	15.1	152	5.6	16.6
Propmejo	201	0.5	0.4	152	0.3	0.4
Edad	234	56.8	12.4	168	57.4	13.1
Tfamiliar	224	3.9	2.0	147	3.7	1.7
mofamiliar	211	3.0	1.4	138	3.1	1.3
Distancia	233	16.5	23.7	166	15.0	21.3
Strigo	234	2.7	6.8	168	1.1	4.0
Spapa	234	0.4	1.0	168	0.3	1.0
Savena	234	0.4	1.5	168	0.5	2.9
Rtrigo	95	33.0	15.9	45	41.6	70.5
Rpapa	61	239.3	131.9	51	160.8	116.2
Ravena	29	31.4	19.2	21	30.2	17.1
Itrigo	95	184,738	141,867	46	127,766	149,504
Ipapaha	61	484,984	604,949	52	264,645	361,480
Iavenaha	27	47,910	71,223	21	28,259	49,333
UAE	234	19.5	20.9	168	10.2	11.1
Nvacas	190	11.8	13.1	115	7.7	8.0
vtaleche2	190	1,980,423	4,838,712.0	115	3,314,224	23,600,000
ltsvaca	190	930.5	1,492.2	114	766.4	1,966.8

Tabla 5. Modelo Probit que estima los principales determinantes de participación en el programa SIRSD

tratamiento	Coef.	Err. Std.	z	P> z	[95% Cof.	Interval]
edad	0,0473535	0,03429060	1,38	0,1670	-0,01985500	0,11456190
edad2	-0,0004015	0,00029430	-1,36	0,1720	-0,00097820	0,00017530
sexo	-0,1490921	0,23463630	-0,64	0,5250	-0,60897080	0,31078660
escolaridad	0,0392500	0,02306580	1,70	0,0890	-0,00595820	0,08445820
tamaño	0,0017922	0,00181330	0,99	0,3230	-0,00176180	0,00534630
UAE	0,0267534	0,00620210	4,31	0,0000	0,01459750	0,03890930
propmercado	0,7311582	0,18263350	4,00	0,0000	0,37320310	1,08911300
dregion7	0,5184085	0,22869520	2,27	0,0230	0,07017420	0,96664290
dregion8	0,3810818	0,19599930	1,94	0,0520	-0,00306980	0,76523340
dregion9	0,2513577	0,18804040	1,34	0,1810	-0,11719470	0,61991010
distancia	0,0071064	0,00300790	2,36	0,0180	0,00121111	0,01300170
_cons	-0,2189590	1,04239200	-2,1	0,0360	-4,23264200	-0,14653820
pseudo R ² =0,1388			n=399			

indicador que señala la orientación hacia el mercado de los hogares (variable *propmercado*). Por último, se incorporan un conjunto de características que definen el entorno de los hogares, en nuestro caso incorporamos la ubicación geográfica determinados por las regiones en los que se encuentran ubicados los hogares y la distancia al camino principal.

Para medir el efecto individual que tienen estas variables sobre los niveles de participación, recurrimos a los resultados del modelo Probit. La variable dependiente es el tratamiento, variable dicotómica que indica un valor 1 cuando el hogar participa en el Programa, es decir, en cualquiera de los componente. Los resultados se presenta el la Tabla 5.

Ninguna de las características individuales del jefe de hogar explican la participación, aunque la escolaridad es significativa sólo al 90%. De las variables que miden riqueza, el tamaño del stock de animales (*UAE*) tiende a aumentar la probabilidad de participación. La orientación comercial de los agricultores, medida por la variable *propmercado*, también es significativa. Por otra parte, los coeficientes de las variables dicotómicas por región, indican que, *ceteris paribus*, aquellos ubicados en la VII región tiene una mayor probabilidad de participación que aquellos ubicados en la X. La variable que mide la distancia de los hogares al camino principal resultó ser significativa y con signo positivo, indicando que quienes viven más lejos del camino son quienes tienen una mayor probabilidad de participar.

Adicionalmente, se analizaron los determinantes de la participación en los componentes de fertilización fosfatada (PFF) y recuperación de praderas (PRP).⁽⁶⁾ Por razones de espacio estos resultados no se presentan pero pueden consultarse en Caro (2005). En el caso del PFF la escolaridad y VII región dejan de ser significativas y en el PRP la escolaridad es significativa sólo al 90%, pero VII región y distancia dejan de serlo.

⁽⁶⁾ Por razones de espacio estos resultados no se presentan pero pueden consultarse en Caro (2005).

Los resultados de estos modelos señalan que quienes participan en el SIRSD se caracterizan por ser productores que destinan una mayor parte de su producción al mercado, poseen un mayor stock de animales, y tienen los mayores niveles de escolaridad pero se ubican más alejados de los caminos principales. Desde un punto de vista de la focalización de este beneficio queda claro que los productores más probables de participar no son los más desprotegidos. Quizás con la excepción de que es esperable que aquellos más alejados de los caminos principales tengan tierras marginales. Esta caracterización cambia parcialmente al considerar componentes específicos del programa pero en general se mantiene el mismo resultado. Una vez examinados los determinantes de la participación, se analizan los impactos directos e indirectos de los programas.

Evaluación Impactos Directos

La medición de los impactos directos del programa se realiza para las submuestras de los dos principales componentes (PFF y PRP). La Tabla 6 señala los valores medios para cada uno de los indicadores de los resultados directos en ambos casos. Los resultados indican que existe una diferencia, a favor del programa, en los tres indicadores directos. Es decir, existen incrementos significativos en el nivel de fósforo y en la superficie de praderas mejoradas de quienes participan en el Programa. Un indicador alternativo de este componente es la proporción de praderas mejoradas que los productores tienen cuando se considera toda la superficie de praderas, incluidas las naturales. El indicador señala que existen diferencias significativas a favor de quienes son usuarios del Programa.

El nivel basal de fósforo que se requiere para recibir el beneficio de fertilización fosfatada es de 15 ppm (P-Olsen). Esto quiere decir que en el caso de los beneficiarios de INDAP, aún existe una brecha importante para cubrir. El grupo sin tratamiento tiene un nivel medio de fósforo menor en un 33%.

La diferencia que existe en la superficie de praderas es altamente significativa, los pequeños productores que participan en el programa, presentan una proporción equivalente al 50% de sus superficies de praderas con especies mejoradas. Las especies mejoradas incluyen: praderas de rotación corta, de rotación larga y praderas naturales mejoradas.

Desde esta simple perspectiva, aparentemente el impacto del programa resulta significativo en ambos casos. Pero con el objetivo de encontrar el impacto atribuible al programa controlando el efecto que tienen otras variables, se procede a estimar una ecuación de impacto para los componentes de fertilización fosfatada (ver) y recuperación de praderas (ver) a través de MCO.

De la Tabla 7 se puede concluir que la participación en el programa de fertilización fosfatada tiene un impacto significativo en el nivel de fósforo del suelo. La variable del ingreso per cápita del hogar también es significativa pero solo al 90%. Sin embargo, su signo indicaría que los hogares con mayores ingresos per cápita tienen mejores niveles de fósforo en el suelo. El coeficiente del tamaño de los predios indica que aquellos hogares de mayor superficie tienen un menor nivel de fósforo en el suelo probablemente porque deben realizar una mayor distribución de aplicaciones. En esta tabla también se puede apreciar que la ubicación geográfica tiene un impacto significativo en el

Tabla 6 . Nivel de resultado de las variables de impacto directos para componentes PFF y PRP (con y sin tratamiento)

Componente	Variable de resultado	Grupo	Nº de observaciones	Valor Medio	Significancia (probabilidad estadístico $P> t $)
PFF	Nivel de fósforo disponible en el suelo (P-Olsen en ppm)	Con tratamiento	125	12,4	0,0034
		Sin tratamiento	156	3,23	
PRP	Superficie da praderas mejoradas (has)	Con tratamiento	85	9,6	0,0498
		Sin tratamiento	152	5,6	
	Proporción de superficie con praderas mejoradas respecto del total de praderas del hogar	Con tratamiento	85	0,53	0,0001
		Sin tratamiento	152	0,29	

Tabla 7. Modelo de regresión aplicado al componente de fertilización fosfatada

Inpolsen	Coef.	Std. Err.	t	P>[t]	[95% Cof.	Interval]
dcultradic	0,0811128	0,09220000	0,88	0,3800	-0,10040060	0,26262620
intamao	-0,0820221	0,04080000	-2,01	0,0450	-0,16234480	-0,00169950
dregion8	-0,3736671	0,16302030	-2,29	0,0230	-0,69460380	-0,05273040
dregion9	-0,4115889	0,16436220	-2,50	0,0130	-0,73516740	-0,08801040
dregion10	-0,6733680	0,14085600	-4,78	0,0000	-0,95067000	-0,39606610
PFF	0,3451506	0,09377170	3,68	0,0000	0,16054300	0,52975820
inhogarper	0,0000001	0,00000003	1,85	0,0660	0,00000000	0,00000012
cons	2,4473210	0,19158830	12,77	0,0000	2,07014300	2,82450000
R ² =0,1715	R ² ajustado= 0,1503		n=281			

nivel de fósforo en los suelos. Tal como se espera, predios ubicados en las regiones VIII, IX y X presentan niveles de fósforo que son menores que los presentados en la VII región. Este coeficiente tiene sentido en la medida que los suelos de la zona central muestran mejores condiciones de fertilización con relación a regiones de más al sur.

Por su parte, la Tabla 8 muestra el modelo de regresión para la variable de resultado del segundo componente, la proporción de praderas mejoradas que tienen los hogares (*propmejo*). Para el componente de recuperación de praderas, la participación en el programa (*PRP*) tiene una contribución significativa para explicar la proporción de superficie que tienen los agricultores con praderas mejoradas. El valor indica que los productores que participaron en el programa presentan casi un 14% más de proporción de praderas con especies mejoradas.

Tabla 8. Modelo de regresión aplicado al componente de recuperación de praderas

propmejo	Coef.	Std. Err.	t	P>[t]	[95% Cof.	Interval]
intamao	-0,0189359	0,02832080	-0,67	0,5040	-0,07476850	0,03689660
dleche	0,2390417	0,06386110	3,74	0,0000	0,11314360	0,36493970
sexo	0,2515971	0,10164490	2,48	0,0140	0,05121090	0,45198340
tfamiliar	-0,0323844	0,01610130	-2,01	0,0460	-0,06412690	-0,00064180
dregion8	-0,2510461	0,11596160	-2,16	0,0320	-0,47965670	-0,02243540
dregion9	-0,1373375	0,11149820	-1,23	0,2190	-0,35714890	0,08247380
dregion10	-0,0956775	0,09456700	-1,01	0,3130	-0,28211010	0,09075500
PRP	0,1365776	0,06309360	2,16	0,0320	0,01219280	0,26096240
inhogarper	0,0000000	0,00000002	1,74	0,0830	0,00000000	0,00000006
_cons	0,2826156	0,15986400	1,77	0,0770	-0,03140720	0,59663840
R ² =0,2317	R ² ajustado= 0,1985		n=218			

Los resultados de este modelo indican además que quienes viven en la VIII región presentan una menor proporción de praderas mejoradas respecto de quienes viven en la VII región. Como es esperable, explotaciones con producción lechera aumentan en un 24% la proporción de praderas mejoradas por sobre las explotaciones que no tiene producción lechera. Los hogares liderados por hombres tienden a tener una mayor superficie de praderas mejoradas. El tamaño familiar tiene un signo negativo, contrario a lo esperado, los hogares con mayor cantidad de personas tienen una menor proporción de praderas mejoradas.

Impactos Indirectos

Una forma adecuada de determinar si el SIRSD tiene algún efecto indirecto sobre los beneficiarios del programa, independientemente del componente en el cual participan, sería analizando los efectos sobre los ingresos netos de los productores. La variable de interés es el ingreso neto agropecuario por hectárea del hogar, variable que mide la eficiencia del uso de tierra. Más aún, sería muy importante poder contestar preguntas como ¿Es el programa un subsidio directo a los costos de producción de los productores? o ¿Tiene el Programa efectos sobre el volumen de la producción?, esto permitiría señalar que ahora los productores reciben mayores ingresos por esta vía, si los precios se mantienen constantes. Sin embargo, existen severas restricciones para poder

Tabla 9. Comparación de los indicadores de resultados indirectos para los componentes PFF y PRP

Componente	Variable de resultado	Grupo	N° de observaciones	Valor Medio	Significancia (probabilidad estadístico $P > t $)
PFF	Superficie de trigo (has)	Con tratamiento	54	6,1	0,1364
		Sin tratamiento	45	4,2	
	Superficie de papas (has)	Con tratamiento	41	1	0,5677
		Sin tratamiento	51	1,1	
	Rendimiento de trigo (qq/ha)	Con tratamiento	52	28,6	0,1964
		Sin tratamiento	45	41,5	
	Rendimiento de papa (qq/ha) *	Con tratamiento	40	222,1	0,0077
		Sin tratamiento	51	160,8	
	Ventas de trigo (\$/ha/año)	Con tratamiento	52	167.448	0,1443
		Sin tratamiento	46	127.767	
Ventas de papa (\$/ha/año) **	Con tratamiento	40	453.270	0,0792	
	Sin tratamiento	52	264.646		
PRP	Número de vacas por hogar *	Con tratamiento	80	13,6	0,0003
		Sin tratamiento	115	7,7	
	Rendimiento de leche (lts/vaca/año) **	Con tratamiento	80	1.213	0,0951
		Sin tratamiento	114	766	
	Ventas de leche (\$/vaca/año)	Con tratamiento	80	113.113	0,2066
		Sin tratamiento	115	73.931	
	Ventas de leche por hogar (\$/año)	Con tratamiento	80	2.434.989	0,7443
		Sin tratamiento	114	1.165.928	
	Ventas de animales por hogar (\$/año) *	Con tratamiento	87	1.572.894	0,0000
		Sin tratamiento	147	441.265	
Nota: * significativa al 1%, ** significativa al 10%					

responder este tipo de análisis, puesto que se desconocen los costos de producción. Por razones de diseño, esta información no fue solicitada a los productores, aunque sí se indagó por los ingresos brutos, es decir, las ventas (precio y cantidad). La dispersión de cultivos (con distintos tipos de costos) nos impide usar el valor agregado de esta variable. Por ejemplo, existen cultivos que por su naturaleza, pueden generar altos ingresos por venta, pero que tienen una estructura de costos alta, imposibilitando la comparación con aquellos cultivos de menores ingresos y con estructuras de costos menores. Un ejemplo claro ocurre con las ventas brutas por hectárea del rubro frambuesa, que no es comparable con la ventas brutas del rubro trigo. Una solución parcial a esta restricción es realizar comparaciones sólo para ingresos de rubros homogéneos. En nuestro caso, hemos optado por aquellos de mayor frecuencia: trigo, papa, avena, leche y venta de animales. Esto implica realizar estimaciones con submuestras de acuerdo a cada rubro y componente.

Los impactos indirectos dependerán del tipo de componente. Así, se espera que el programa de fertilización fosforada tenga un impacto sobre la superficie y el rendimiento de los cultivos anteriormente señalados. A su vez, el componente de recuperación de praderas debería generar impactos indirectos en el rendimiento del rubro lechero, en el hato de animales y los ingresos asociados a la venta de leche y animales.

A objeto de indagar más sobre estos efectos la muestra los principales indicadores indirectos para los dos principales componentes. Hemos realizado un prueba de diferencias de medias para cada variable, a objeto de determinar si hay diferencias significativas entre ambos grupos.

En la Tabla 9 se puede observar que el componente PFF parece tener un impacto positivo y estadísticamente significativo sólo en el rendimiento del rubro papa. Este mayor rendimiento provoca que las ventas por ha de los usuarios, que cultivan este rubro, sean un 71% superiores respecto de quienes no participan en el componente. Llama la atención que incluso en el rendimiento del trigo, los hogares testigos tengan en promedio mayor rendimiento por ha, aunque la diferencia no es significativa; situación similar ocurre con el rubro de avena. Al parecer, la demanda del componente PFF del rubro papero es mayor que en el caso de los trigueros y la menor disponibilidad de fósforo significa que la aplicación de fósforo incide directamente sobre los rendimientos de la papa.

En el caso del componente PRP los indicadores de efectos indirectos indican que sí existen diferencias en el número de vacas de los hogares y en las ventas de animales por hogar al año. También existen diferencias en el rendimiento en litros de leche por animal a favor de quienes están en el programa. Sin embargo, a pesar de estos mejores indicadores, los agricultores que participan en el componente PRP no muestran diferencias estadísticamente significativas en los ingresos por ventas del

rubro lechero, ni por vaca ni por hogar, aunque los valores medios de quienes participan sean mayores.

Estos resultados indican que el programa SIRSD no muestra efectos significativos en los ingresos brutos por venta de los principales rubros de los productores. El efecto es parcial y evidente sólo en algunos indicadores de productividad, como son el rendimiento del rubro papa, el número de animales, la producción de leche y la venta de animales. De acuerdo a los datos de la encuesta, la diferencia en los ingresos por venta de animal se refiere a la cantidad vendida más que al tipo de animal; en términos medios los usuarios del programa venden dos veces más animales que los hogares testigos. Estos valores se corresponden con los datos de unidades animales equivalentes señaladas la Tabla 4. Por tanto, esta diferencia es consecuencia de que los usuarios sean más comerciales que el control y que los usuarios tienen un mayor stock de animales (ver variable UAE). Lo anterior significa que para efectos de este análisis, esta diferencia se considera como un dato adicional, más que una consecuencia del Programa. A efecto de señalar que el programa no muestra resultados de impactos en el ámbito de ingresos por ventas, se ha procedido a modelar una regresión lineal sobre las ventas de tres rubros: papa, trigo y leche, usando las submuestras con las observaciones indicadas en la Tabla 9. La variable dicotómica de cada componente se incorpora como una variable explicativa más en cada caso.

La Tabla 10 indica que los ingresos brutos de las ventas por hectárea de trigo (variable *itrigoha*) dependen del rendimiento, de los precios y de la mano de obra familiar. La presenta la regresión en los ingresos por ventas de papa (variable *ipapha*). En este caso tienen un impacto significativo en las ventas el precio, el rendimientos y además la IX región. En ambos casos, la dicotómica que indica participación en el componente PFF no resulta relevante para explicar ingresos brutos, lo que confirma que no existen impactos indirectos en los ingresos brutos de los productores, atribuibles al Programa.

Por su parte, los coeficientes de la modelación de las ventas del rubro lechero, para los agricultores de la submuestra del componente PRP, indican que estos ingresos dependen de los precios promedios de la leche, del hato de vacas y de la escolaridad del jefe de hogar, ver Tabla 12. Además, indica que los productores lecheros ubicados en la IX región tienen mejores ingresos en este rubro en relación a quienes son de la VII región. Al igual que en los casos anteriores, la participación en el componente PRP no es significativa.

Tabla 10. Modelo MCO para variables de ingreso por ventas del cultivo trigo por hectárea para el componente PFF.

itrigo	Coef.	Std. Err.	t	P>[t]	[95% Cof.	Interval]
mofamiliar	9.324	5.018	1,86	0,07	-655	19.302
dregion8	-2.137	21.105	-0,10	0,92	-44.107	39.834
dregion9	-10.978	22.615	-0,49	0,63	-55.950	33.995
dregion10	12.952	26.431	0,49	0,63	-39.610	65.514
escolaridad	-2.927	2.513	-1,16	0,25	-7.923	2.069
rtrigo	858	152	5,63	0,00	555	1.161
preciotrigo	33	2	13,55	0,00	28	38
distancia	-449	374	-1,20	0,23	-1.194	295
PFF	-11.501	15.557	-0,74	0,46	-42.438	19.436
_cons	-31.219	30.400	-1,03	0,31	-91.673	29.235
R ² =0,7628	R ² ajustado= 0,7374		n=94			

Tabla 11. Modelo MCO para variables de ingreso por ventas del cultivo papa por hectárea para el componente PFF.

ipapaha	Coef.	Std. Err.	t	P>[t]	[95% Cof.	Interval]
mofamiliar	-5.943	16.621	-0,36	0,72	-39.041	27.154
dregion9	284.468	135.599	2,10	0,04	14.455	554.480
dregion10	199.956	117.111	1,71	0,09	-33.241	433.153
escolaridad	-10.175	6.951	-1,46	0,15	-24.017	3.666
rpapa	1.565	207	7,55	0,00	1.153	1.978
preciopapa	136	12	11,03	0,00	111	160
distancia	-1.166	883	-1,32	0,19	-2.924	593
PFF	20.142	44.532	0,45	0,65	-68.533	108.818
_cons	-325.244	137.268	-2,37	0,02	-598.579	-51.909
R ² =0,7206	R ² ajustado= 0,6915		n=86			

Tablan 12. Modelo MCO para variables de ingreso por ventas del rubro leche por hogar para el componente PRP.

vtaleche2	Coef.	Std. Err.	t	P>[t]	[95% Cof.	Interval]
mofamiliar	252.446	574.188	0,44	0,66	-896.502	1.401.394
dregion8	-1.360.320	3.804.317	-0,36	0,72	-8.972.741	6.252.101
dregion9	8.620.344	3.996.273	2,16	0,04	623.820	16.600.000
dregion10	3.224.299	3.079.543	1,05	0,30	-2.937.852	9.386.450
escolaridad	385.868	176.603	2,18	0,03	32.487	739.249
nvacas	320.562	56.125	5,71	0,00	208.256	432.868
precioleche	179.047	49.972	3,58	0,00	79.054	279.040
distancia	-91.479	47.438	-1,93	0,06	-186.402	3.443
PRF	-2.153.454	1.619.982	-1,33	0,19	-5.395.030	1.088.121
_cons	-20.700.000	5.878.174	-3,52	0,00	-32.500.000	-8.934.596
R ² =0,5358	R ² ajustado= 0,4650		n=69			

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de esta investigación se puede concluir que la participación de los usuarios de INDAP en el programa Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD) está determinada por tres variables principales: el stock de animales, la escolaridad de los agricultores y la vinculación con el mercado. Este resultado, especialmente la vinculación al mercado, es robusto frente a distintas especificaciones de modelos realizadas para determinar participación y efecto, ya que la significancia estadística de los coeficientes se mantuvo. De acuerdo a los datos obtenidos, la variable más relevante que define la probabilidad de ser usuario es la vinculación al mercado, es decir aquellos productores que tienen una mayor proporción de sus cultivos destinados a la venta tienen una mayor probabilidad de participar en el programa. En segundo lugar, los agricultores con un mayor stock de animales tienen una mayor probabilidad de ser beneficiarios del SIRSD. Tercero, mayor educación define una mayor participación, los agricultores con tratamiento tienen en promedio, un año más de escolaridad respecto de los que se encuentran fuera del programa.

Al indagar estas características para los dos principales componentes del programa: la fertilización fosfatada (PFF) y la recuperación de praderas (PRP), se encontró que las variables anteriores siguen siendo relevantes para definir la probabilidad de ser beneficiario, aunque en el caso de PFF la escolaridad pierde significancia. Para el componente PRP se encontró que la variable de vinculación al mercado resultó ser significativa para los usuarios. Este componente se encuentra concentrado en las regiones del sur de Chile, lo que convierte a este programa como

uno de los puntos de apoyo más significativo para los productores lecheros de nuestro país. Al evaluar las diferencias de los resultados directos del programa entre agricultores con y sin tratamiento, sobre los dos componentes principales, se encontró que los agricultores que participan en el programa tienen en promedio, un 50% más de niveles de fósforo en sus predios que aquellos que no participan (12.4 y 8.23 p-Olsen ppm respectivamente). En el caso de la recuperación de praderas los agricultores que participan tienen, en promedio, 71% más de superficies de praderas con especies mejoradas (9.6 has y 5.6 has respectivamente).

Para medir el impacto del programa sobre estos dos componentes principales (PFF y PRP) se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple estimado por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Se encontró que en el caso de la fertilización fosfatada, la participación en el programa genera un impacto sobre los beneficiarios que equivale al 34% del nivel de fósforo promedio, este porcentaje se debe a la participación y resultó ser significativo. En el caso del componente de recuperación de praderas, se estimó un modelo de regresión múltiple considerando la proporción de praderas que los productores mantienen con especies mejoradas (respecto del total de praderas del predio). Se encontró que quienes participan tienen un 14% más de superficie con especies mejoradas, esta diferencia se atribuye a la participación en el programa, y resultó ser significativa.

Para indagar la presencia de sesgos de autoselección entre los dos componentes principales, se utilizó el modelo de efectos de tratamiento, pero por motivos de espacio no se presenta en este

trabajo. Este modelo estima los parámetros de los resultados en forma conjunta con los parámetros de la participación. Se encontró que en ninguno de los dos casos existen sesgos de autoselección, es decir, el error no explicado de la ecuación que define los resultados y error no explicado de la ecuación que caracteriza a la participación, son independientes entre sí. Esto se comprobó mediante la inspección del coeficiente de la razón inversa de Mills, el que tuvo un valor cercano a cero y sin significancia estadística. Lo anterior significa que los resultados del programa, en los dos componentes principales, son independientes del proceso que define el tratamiento y por tanto, el estimador obtenido por MCO es suficiente para medir el impacto. El parámetro estimado por el procedimiento de MCO representa el efecto promedio del tratamiento, sin sesgos de selección, cuyos valores (en promedio) son los señalados anteriormente.

Para determinar si el programa SIRSD tiene efectos indirectos, se analizaron una serie de indicadores que se atribuyen como efectos de los dos principales componentes. En el caso del componente de fertilización fosfatada, se encontró que existe impacto indirecto en los rendimientos de los cultivo de papas. Sin embargo, ni en los rendimientos del trigo, ni en los rendimientos de la avena (que no se presentan) hay diferencias atribuibles al Programa. Tampoco se encontró diferencia significativa en las ventas por hectárea de estos tres rubros. Lo anterior indica que los efectos indirectos del componente de fertilización no están ligados a mejores ingresos brutos ni mejores rendimientos (exceptuando la papa).

En relación con los efectos indirectos que genera el componente de recuperación de praderas mejoradas se encontró que quienes participan tiene un mayor número de animales, mayor rendimiento de leche por animal al año y mayores ventas de animales por hogar. Se esperaba que el mejor rendimiento de leche por animal incrementara las ventas de los productores asociados al rubro lechero. Sin embargo, los datos señalan que no hay diferencias significativas en las ventas brutas entre quienes son usuarios del SIRSD y quienes no lo son. Lo anterior indica que el programa no tiene efectos indirectos significativos sobre los ingresos brutos de los agricultores. Esta situación obliga a realizar un análisis de mayor profundidad que permita determinar si el efecto indirecto se produce en una disminución de los costos directos de estos rubros, lo que indicaría que el Programa actúa como un subsidio a los costos de producción de los agricultores. Sin embargo, no se dispone de antecedentes sobre los costos, por lo que no es posible evaluar esta hipótesis.

A objeto de señalar en forma más consistente que el Programa no tiene efectos sobre los ingresos brutos, se procedió a estimar regresiones de MCO sobre los ingresos brutos de los principales rubros asociados a los componentes de fertilización fosfatada y recuperación de praderas. Se determinó que ninguno de los dos componentes es significativo para explicar ingresos brutos. Las principales variables que explican ingresos son los rendimientos,

los precios de cada rubro y el número de vacas, en el caso de los lecheros.

RESUMEN

El Sistema de Incentivos de Recuperación de Suelos Degradados es uno de los programas más importantes del Ministerio de Agricultura. Tiene una existencia de ocho años y anualmente beneficia cerca de 40.000 agricultores en un total de alrededor de US\$ 30 millones. En base a encuestas realizadas el año 2001 a 402 hogares entre la VII y X regiones se realizó una evaluación del impacto del Programa de Recuperación de Suelos Degradados para usuarios de INDAP. Utilizando modelos micro-económicos, se estimaron funciones para explicar la participación en y el impacto de los programas de Fertilización Fosfatada y Recuperación de Praderas. Se encontró que aquellos agricultores que tienen un mayor stock de animales, son más educados y están más vinculados a los mercados tienen una mayor probabilidad de participar en el programa. El modelo de efectos de tratamiento, que corrige la selección muestral, determinó que no hay sesgos de selección y por lo tanto, los resultados de los componentes son independientes de la función que especifica la participación. La medición de impactos de los componentes de Fertilización Fosfatada y Recuperación de Praderas, indica que hay efectos directos positivos y significativos atribuibles al programa. Además, se encontró que los efectos indirectos son parciales y están asociados a mejores rendimientos en papas y leche. Sin embargo, esto mejores rendimientos no se traducen necesariamente en mejores ingresos y además la participación en el programa no es relevante para mejorar las ventas brutas de los agricultores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), al Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y a EMG Consultores, quienes tuvieron la disposición para permitir usar los datos en el análisis de este documento.

LITERATURA CITADA

Caro, J.C. 2005. Los Determinantes y El Impacto de La Participación en El Programa de Recuperación de Suelos Degradados: El Caso De Los Usuarios De INDAP. Tesis para optar al grado de magíster en Economía Agraria, Pontificia Universidad Católica de Chile.

EMG (2002). “Estudio del Impacto del Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados”, Informe Final, EMG Consultores.

Heckman, J.J. (1979). “Sample Selection Bias as a Specification Error”. *Econometrica*, Vol. 46, pp 931-961.