

**EXTERNALIDADES EN INVERSIONES PRIVADAS Y EL PODER
COORDINADOR COMO POTENCIADOR DEL CRECIMIENTO TERRITORIAL:
APLICACIÓN A INVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA EN ÁREAS
BAJO RIEGO DE MENDOZA**

Raúl Mercau
Profesor Adjunto Desarrollo Económico
Facultad de Ciencias Económicas, UNCUYO

Andrea Suoni
Jefe de Trabajos Prácticos Desarrollo Económico
Facultad de Ciencias Económicas, UNCUYO

INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge como una inquietud frente a la evidencia que indicaría una aparente sub-inversión en riego tecnificado al interior de las fincas, especialmente en las zonas de cultivo bajo riego tradicional, como es el caso de la provincia de Mendoza (Mercau, Duarte, Eisenchlas; 2008).

Desde el punto de vista económico, una de las razones por las cuales la “solución de mercado” puede dar una situación sub-óptima es la existencia de “externalidades”; lo que implica que si las decisiones de las inversiones son dejadas al arbitrio de los productores, es posible que no se logre el nivel de inversión que es “socialmente óptimo”. En consecuencia, es necesaria la intervención de un “poder coordinador” que esté por encima de las decisiones individuales y pueda, con su intervención, llevar la situación de equilibrio de mercado a una solución socialmente eficiente.

Siguiendo este razonamiento, el primer objetivo del presente trabajo consiste en dar una explicación teórica al fenómeno de la sub-inversión en riego tecnificado al interior de las fincas; siendo tal explicación la existencia de “externalidades” en las inversiones privadas. En este sentido, se pretende modelizar las decisiones de los productores agropecuarios en lo que se refiere a las decisiones de inversión privada en riego tecnificado (o “inversión intrafincas”), considerando la existencia de externalidades en la producción; y considerando tales decisiones con y sin intervención de un poder coordinador.

Derivado de lo anterior, y desde el punto de vista empírico, se aplicarán los conceptos obtenidos a las inversiones en infraestructura en el área de riego realizadas en Mendoza, Argentina, tomándose como estudio de caso a tres inversiones en infraestructura en la cuenca inferior del río Tunuyán; actualizando y completando estudios existentes. Así, se persigue el propósito de indagar el interrogante acerca de si el nivel de inversión privada en riego tecnificado es subóptimo; y se intentará demostrar cómo tal inversión sería mayor en caso de existir una estrategia territorial colectiva bajo la forma de un poder coordinador.

Por último, a partir de los resultados de la investigación empírica se pretende extraer lecciones y recomendaciones prácticas orientadas a mejorar las estrategias de apoyo a iniciativas de desarrollo rural bajo un enfoque territorial, con énfasis en los arreglos institucionales.

A modo de resumen, las principales hipótesis de este trabajo se pueden enunciar del siguiente modo:

- (1) Existe subinversión en riego tecnificado al interior de las fincas que es provocada por la existencia de externalidades en la producción; de forma tal que:
 - los productores que invierten no pueden apropiarse todos los beneficios de la inversión que realizan;
 - los productores que no invierten se ven beneficiados por la inversión que realizan otros productores (free-rider).
- (2) El logro de “acuerdos cooperativos” (mediante acuerdos territoriales u otro tipo de arreglos institucionales), que faciliten la coordinación entre los productores; permitirá alcanzar niveles de inversión de largo plazo mayores a los que surgen cuando los agentes actúan sin coordinar colectivamente sus esfuerzos.
- (3) Niveles de inversión socialmente óptimos, permiten lograr una mayor tasa de crecimiento de largo plazo del territorio.

Cabe aclarar que el marco general de la presente investigación se encuadra dentro del enfoque territorial, por lo que todo el análisis se abordará teniendo en cuenta sus principios generales.

DESARROLLO TERRITORIAL Y EL ROL DE LAS EXTERNALIDADES

En términos globales, la presente investigación se enmarca dentro del enfoque territorial del desarrollo rural. Este enfoque hace hincapié en estrategias del tipo de arreglo institucional coordinador, lo que implica reunir de una manera explícita todas las voluntades que existen en el territorio. De este modo, es posible llegar a una optimización que ya no es individual, sino colectiva.

Entrando en aspectos más específicos, la presente investigación parte de la presunción de “subinversión” en capital productivo intrafinca; e intenta buscar las razones económicas de esta situación que afectan negativamente el crecimiento potencial de un territorio, para luego demostrar la forma en la cual las estrategias de tipo “arreglo institucional coordinador” pueden ser una solución.

En la literatura microeconómica, una de las razones por las cuales la “solución de mercado” puede dar una situación subóptima desde el punto de vista social se presenta cuando los beneficios y/o costos privados no coinciden con los beneficios y/o costos “sociales”. Cabe aclarar que en este caso el concepto “social” no se refiere a temas como distribución del ingreso o a la existencia de pobreza; sino que se trata de un concepto de eficiencia económica en la que se considera que desde el punto de vista individual no se captan ciertos beneficios y costos, que existen para la “sociedad” pero que no son “internalizados” por quienes los generan. Esta distinta valoración es lo que se denomina “externalidades”. Un caso típico de este tipo de fenómenos, habitualmente citado en la literatura, es el de la educación pública. Si se deja al mercado, la demanda por educación será menor que la socialmente óptima. Esto es así porque una “sociedad educada” presenta “externalidades positivas”, resultando en que los beneficios de la sociedad educada no son internalizados totalmente por los individuos que tienen acceso a la educación.

En el caso de las inversiones en riego tecnificado al interior de las fincas puede suceder un fenómeno similar. Cada productor individualmente no puede captar los beneficios que provocan su inversión y la de sus colegas en la producción. En el caso de existir estas “externalidades”, puede suceder una sub-inversión en infraestructura de riego tecnificado al interior de las fincas. En otras palabras, si las decisiones de las inversiones (en lo que a riego se

refiere) son dejadas al arbitrio de los productores, es posible que no se logre el nivel de inversión que es “socialmente óptimo”.

Para modelizar el problema planteado de subinversión intrafinca, en este trabajo se utilizan los conceptos de optimización dinámica, buscando demostrar que la solución de mercado arroja una tasa de crecimiento de la inversión privada que es inferior a la que se obtendría en presencia de un poder coordinador¹. La presencia de este poder coordinador puede adoptar distintas opciones que se intentarán evaluar en este trabajo, siendo su objetivo acercar los beneficios y costos privados a los sociales; ya sea mediante subsidio al costo marginal de la inversión (por ejemplo el Fondo para la Transformación y el Crecimiento de la provincia de Mendoza al subsidiar la tasa de interés de estas inversiones o el programa de ANR –Aportes No Reintegrables- del PROSAP –Programa Social Agropecuario de las Provincias); o a través de la “coordinación” (Autoridad de Cuenca o figura similar). En este sentido, el rol que puede cumplir una Autoridad de Cuenca puede ser muy importante para lograr estos “acuerdos cooperativos”; ya que bajo su intervención es posible que se lleven adelante acuerdos territoriales u otro tipo de arreglos institucionales que faciliten esta coordinación².

Finalmente cabe decir que la presente investigación sigue los lineamientos planteados en una investigación anterior de los autores (Mercau y Suoni, 2014), completando y complementando las conclusiones arribadas en aquel trabajo, en el cual se afirmó que “la eventual celebración de un pacto territorial se vislumbra como un factor que potencia los efectos del capital social sobre el crecimiento, verificando la existencia de externalidades” (Mercau y Suoni, 2014). De comprobarse las hipótesis planteadas en el presente proyecto; se podrá afirmar que los pactos territoriales potencian los efectos sobre el crecimiento derivados no sólo de la existencia del capital social, sino también sobre el efecto que tiene mediante el logro de un nivel de inversión privada que es socialmente óptimo.

UNA EXPLORACIÓN INICIAL SOBRE LA SUBINVERSIÓN EN ÁREAS DE RIEGO

“En el mundo del financiamiento de proyectos públicos y privados a través de organismos internacionales (organismos multilaterales) a tasas de interés preferenciales, es decir, más bajas que las que se podrían obtener en el mercado, se suponen ciertos beneficios externos o externalidades que justifican este tratamiento financiero particular. Se asume que estos emprendimientos tienen beneficios que exceden la contabilidad individual de sus participantes y que sólo pueden ser percibidos desde una perspectiva colectiva.

Esta particular situación de los beneficios suele usarse como argumento para la reducción de algunos de sus costos con el fin de producir un nivel de inversión que se acerque lo máximo posible al óptimo social, que generalmente frente a externalidades positivas, está por encima del óptimo individual. Sin embargo, en muchas ocasiones estos aparentes beneficios externos no llegan a materializarse una vez realizada la inversión. Es decir, solamente pueden alcanzarse los beneficios privados de los emprendimientos o, como ocurre con una gran mayoría de las inversiones, los beneficios externos sólo se materializan de manera parcial.

Un ejemplo bastante común en la provincia de Mendoza se relaciona con los proyectos en el área de irrigación. Generalmente los proyectos financiados por el Banco Mundial o el BID, han estado dirigidos a la concreción de la infraestructura de riego, como canales y diques de distribución, entre otros. En la evaluación económica de éstos se establece como beneficio el mayor rendimiento dado al recurso hídrico a través de sistemas modernos de riego, como por ejemplo, el presurizado, entre otros de tipo “tecnificado”.

Lamentablemente, esta inversión es típicamente “intrafinca”, es decir, dentro de los límites interiores de la explotación agrícola. Por lo tanto, la concreción de estos beneficios está condicionada a la efectiva realización de estas inversiones por parte de los agricultores. Muchas

veces estas inversiones no han contado con financiamiento por parte de los bancos locales, lo que ha imposibilitado la realización de los beneficios establecidos en los documentos de proyectos. En otras palabras, “la mano invisible” o el mercado falla en materializar estos beneficios”³.

Como se señala más arriba, existe cierto consenso que las inversiones en infraestructura hídrica no han sido acompañadas por el mismo esfuerzo inversor al interior de las explotaciones agropecuarias, con lo cual los beneficios potenciales de estas inversiones muchas veces se han visto disminuidos o no totalmente aprovechados. En otras palabras, se cree, en función de la experiencia, que existe “subinversión” al interior de las explotaciones, especialmente en lo que se refiere a riego tecnificado.

Como ejemplo de esta situación puede examinarse la experiencia de una inversión pública en infraestructura hídrica en la provincia de Mendoza, Argentina. En el año 2008, por encargo de FAO se realizó un estudio sobre las “sinergias, complementariedades y externalidades de los pactos territoriales” [Veáse Mercau, Duarte, Eisenchlas (2008)] aplicado a estudios de casos en los que hubiera habido inversión pública. El estudio del caso de Argentina se centró en la zona conocida como “subcuenca del Río Tunuyán Inferior”. Se eligieron tres departamentos de la subcuenca (San Martín, Rivadavia y Junín) que mostraban “un mayor grado de desarrollo relativo” [op.cit. pág. 12]. “En los departamentos escogidos ya existían tres tipos de proyectos. El primero había completado su fase de inversión y estaba en pleno funcionamiento. El segundo estaba en proceso de finalización de la etapa de construcción de la obra civil y la puesta en marcha de los componentes físicos de la inversión, quedando pendiente parte de los componentes institucionales y de capacitación. El último, [se encontraba a la fecha del estudio] todavía en la etapa de formulación.” [op.cit. pág. 12]

Debe aclararse que cuando se habla de inversiones en equipos de riego, se entiende esto de manera amplia, en el sentido de hacer inversiones que mejoren la eficacia y la eficiencia en el riego. Es decir, la modernización de riego puede interpretarse tanto como la inversión en equipos sofisticados de riego, como la reconversión o mejoramiento del sistema de riego existente. La elección de cada tipo de tecnología de riego dependerá de las características productivas y económicas de la explotación tales como precio, rendimientos, acceso al mercado, disposición de capital de trabajo, financiamiento, etc.

Para dicho estudio se realizó una encuesta entre los regantes beneficiarios de las obras de inversión pública señaladas. Entre las preguntas se indagó si habían realizado inversiones (al interior de las explotaciones).

A continuación se muestran algunos resultados para los tres proyectos:

Decisión de inversión intrafinca en los tres proyectos

¿Invirtió?	Total	Participación
Si	37	37,4%
No	59	59,6%
NS/NC	3	3,0%
Total encuestados	99	100,0%

Fuente: Base de datos del estudio Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008)

Del total de encuestados, sólo el 37,4% había hecho inversiones. Se les preguntó además qué tipo de inversiones habían realizado:

Detalle de inversiones intrafinca en los tres proyectos⁴

¿En qué invirtió?	Total	Participación
Maquinarias y equipos	15	15,2%
Computadoras y/o comunicaciones	7	7,1%
Infraestructura y/o terrenos	12	12,1%
Reconversión y/o mejoramiento productivo	31	31,3%
Otros	5	5,1%
Total Encuestados	99	100,0%

Fuente: Base de datos del estudio Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008)

Al recabar información detallada de las inversiones se pudo ver que sólo un 15,2% correspondía a maquinarias y equipos –los que pueden corresponder en parte a equipos de riego- y 31,3% a reconversión y/o mejoramiento productivo –lo que nuevamente puede corresponder parcialmente a reconversión en tecnología de riego. Si se suman estas respuestas y se pondera por el porcentaje de los que invirtieron, se puede ver que como máximo el 17,4% de los regantes hizo una inversión en equipos o en reconversión de riego.

Una de las preguntas que surgen es si estos resultados estaban influidos por el grado de avance en los proyectos. Por ello, se filtró la información para considerar sólo el proyecto que estaba en pleno funcionamiento al momento de la encuesta (“Montecaseros”) y los resultados fueron los siguientes:

Decisión de inversión intrafinca en Montecaseros

¿Invirtió?	Total	Participación
Si	4	9,5%
No	37	88,1%
NS/NC	1	2,4%
Total encuestados	42	100,0%

Fuente: Base de datos del estudio Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008)

De igual manera que se hizo para la totalidad de los proyectos se indagó sobre el tipo de inversión realizada en la zona de Montecaseros:

Detalle de inversiones intrafinca en Montecaseros

¿En qué invirtió?	Total	Participación
Maquinarias y equipos	2	4,8%
Computadoras y/o comunicaciones	0	0,0%
Infraestructura y/o terrenos	1	2,4%
Reconversión y/o mejoramiento productivo	3	7,1%
Otros	1	2,4%
Total Encuestados	42	100,0%

Fuente: Base de datos del estudio Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008)

Los resultados son bastante claros en este caso. Sólo un 9,5% hizo inversiones intrafinca y sólo un 4,8% en maquinarias y equipo y 7,1% en reconversión y/o mejoramiento productivo. Es decir, que sólo 1,1% de los regantes de Montecaseros “como máximo” realizó algún tipo de mejoramiento en el riego.

La evidencia en este caso tiende a convalidar la presunción de “subinversión” en capital productivo intrafinca y que, en promedio, el grado de inversión en la zona donde el proyecto de

infraestructura común o pública estaba en funcionamiento fue menor que en el resto de las zonas.

MODELACIÓN TEÓRICA DEL FENÓMENO DE LA SUBINVERSIÓN EN ÁREAS DE RIEGO

Desde el punto de vista económico, una de las razones por las cuales la “solución de mercado” puede dar una situación subóptima es la existencia de “externalidades”. Es decir, si las decisiones de las inversiones –en lo que a riego se refiere- son dejadas al arbitrio de los productores, es posible que no se logre el nivel de inversión que es “socialmente óptimo”. Cuando se presenta esta situación, es necesaria la intervención de un “poder coordinador” que esté por encima de las decisiones individuales y pueda, con su intervención, llevar la situación de equilibrio de mercado a una solución socialmente eficiente.

En este trabajo se desarrollan algunas ideas a través de la modelización de las decisiones de los productores agropecuarios, con y sin intervención de un poder coordinador. La existencia de las externalidades se indaga a través de la formulación de funciones de producción (es decir, se trata de externalidades productivas y no de externalidades en el consumo). En este sentido, las funciones de producción tendrán las características que se supone son típicas de las explotaciones agropecuarias en las zonas bajo riego. Estas funciones tienen como factores de producción a los tradicionales capital y trabajo. En este caso el capital estará representado por los servicios del capital invertido al interior de la explotación agropecuaria (“capital interno” o “capital privado”) y los servicios del capital de la infraestructura hídrica que se encuentra en el exterior de las explotaciones (“capital externo” o “capital público”). Además, estas funciones dependen de la tecnología (o técnicas de producción disponibles por los productores) y de la influencia de los factores climáticos.

Desde el punto de vista económico, el capital “interno” y el trabajo son las únicas variables de “control” por parte de los productores. Para un productor individual, el capital en infraestructura hídrica (“capital externo”) es un dato para la producción. No es una variable que pueda cambiar a su antojo, sino que depende de decisiones que se toman a otro nivel. En este sentido, el capital en infraestructura hídrica externo representa para el productor una “externalidad”.

Por último, la tecnología y los factores climáticos también son datos externos para el productor. La tecnología tiende a ser un “bien no rival”, “en el sentido que puede ser utilizada por mucha gente al mismo tiempo” [Véase Sala-i-Martin (2000), págs. 168 y 169]. Por otro lado, los factores climáticos son típicamente variables aleatorias y denotan el “riesgo” que enfrentan habitualmente las explotaciones agropecuarias. Muchos de los componentes “blandos” de los programas de inversión pública pueden abocarse a estos dos elementos de las funciones de producción de los productores agropecuarios: los componentes de capacitación pueden estar dirigidos a mejorar el coeficiente tecnológico de estas funciones; por otro lado, los componentes “institucionales” pueden ayudar a enfrentar los factores climáticos, tales como la constitución de un seguro agrícola, la implementación de un sistema de información climática, programas de lucha activa contra los fenómenos climáticos, etc.

En este trabajo sólo nos concentraremos en los aspectos relacionados con las inversiones en infraestructura hídrica externa y en el riego tecnificado al interior de las explotaciones. Los aspectos institucionales, que son muy importantes, estarán enfocados hacia su papel en las inversiones.

La presente investigación pretende demostrar que se hace necesaria la intervención de un “poder coordinador” que colabore en las decisiones de inversión en infraestructura de riego al interior de las fincas. Este poder puede ser el “Estado” –como ente resumen del poder

coordinador- o, como se propondrá más adelante, una “Autoridad de Cuenca”, que permita explotar las ventajas que otorga la existencia de un capital social considerable en las comunidades agrícolas.

Una introducción intuitiva

Una manera sencilla de introducir este modelo es presentar una evaluación económica de proyectos de inversión en tecnología de riego. La literatura sobre “teoría de juego” ha puesto sobre la mesa los problemas de los “juegos no cooperativos” y los “juegos cooperativos”. La conclusión más directa es que un juego no cooperativo, del tipo que desarrolla el mercado, da como resultado una situación que es “sub-óptima”. Plantearemos el problema de la inversión en tecnología de riego al interior de las fincas. Para ello utilizaremos la información disponible en FAO (2015), COVIAR (2016) y actualización proveniente del proyecto de “Nuevas Áreas Bajo Riego en Argentina” de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

Los valores referenciales son los siguientes: precio de la uva rosada en el este mendocino, U\$S 182,62 por tn; rendimientos por hectárea sin inversión en mejoramiento de riego: 13 tn/ha; rendimiento con más disponibilidad de recurso hídrico sin inversión en equipos de riego: 14 tn/ha; rendimiento con inversión en equipos de riego: 18 tn/ha. Costo de inversión en riego presurizado por hectárea: U\$S 4.920.-; costos operativos incrementales de las nuevas inversiones: U\$S 500/ha. Se supone que si la inversión en equipos presurizados se hace en conjunto (como se verá más adelante en este ejemplo) el costo por cada inversor se disminuye a U\$S 3.280.- por hectárea. La tasa de descuento considerada es 10%.

Los valores referenciales anteriormente expresados, dan como resultado la siguiente tabla (expresada en dólares por hectárea):

Datos básicos de inversión

	Valor Actual Beneficio por ha	Valor Actual Costo por ha	Valor Actual Beneficio Neto por ha
Invierte 1 productor	\$ 9.131,13	-\$ 9.920,00	-\$ 788,87
Invierten los dos productores	\$ 9.131,13	-\$ 8.280,00	\$ 851,13
Ninguno de los dos invierte	\$ -	\$ -	\$ -
Situación del que invierte cuando el otro invierte	\$ 1.826,23	\$ -	\$ 1.826,23

Fuente: Elaboración propia

Si un productor tiene que afrontar sólo una inversión de este tipo podría obtener un flujo de beneficios actualizado de U\$S 9.131,13 por ha. Debido a que él solo efectúa la inversión, los costos son elevados (por ejemplo, la construcción de un reservorio para una sola explotación puede ser ineficiente, en tanto que si es compartida por otras explotaciones es posible ganar en economías de escala). En este caso, el flujo actualizado de costos por ha es de U\$S 9.920,00. Obviamente en esta situación, el flujo de beneficios netos actualizado es negativo en U\$S -788,87. Estando solo, la conclusión es evidente: no hará la inversión porque no es rentable (a una tasa de descuento del 10%). Esto es congruente con los resultados en la zona de Montecaseros, donde la principal producción está dada por uvas rosadas.

Sin embargo, si puede hacer la inversión con su vecino, es posible ganar en eficiencia. En este caso el beneficio por ha es el mismo (U\$S 9.131,13), mientras que el costo es U\$S 8.280,00. En este caso, para cada uno de los propietarios, el beneficio neto es de U\$S 851,13. (que es positivo y mayor que la situación en la que sólo uno hace la inversión). Esto hace suponer que el resultado “natural” sería la inversión conjunta por las ventajas que esto ofrece.

Ahora bien, si alguno de ellos no invierte, puede recibir los beneficios, pero sin afrontar los costos. En este caso se ha supuesto que el beneficio es parcial (por la mayor disponibilidad de agua, pero no total que disponiendo del riego tecnificado) e igual a U\$S 1.826,23. A su vez, sus costos incrementales son igual a cero. Por último, si ambos no invierten no hay ni costos ni beneficios incrementales.

Matriz de “pagos” del juego

		Productor 2	
		invertir	no invertir
Productor 1	invertir	(\$ 851,13 ; \$ 851,13)	(-\$ 788,87 ; \$1.826,23)
	no invertir	(\$1.826,23 ; -\$ 788,87)	(\$ - ; \$ -)

Fuente: Elaboración propia

En función de los supuestos anteriores es posible construir nuestra matriz de “pagos” de nuestro juego. Los jugadores son: “productor 1” y “productor 2”. Las estrategias son “invertir” y “no invertir”, en este caso, referido a riego tecnificado dentro de la finca.

En cada uno de los cuadros se encuentran “los pagos” del juego. Es decir, por ejemplo, si los dos invierten, el pago es igual a (851,13; 851,13), lo que significa que el beneficio neto para el primer jugador o productor es U\$S 851,13 y para el segundo es también el mismo; ambos por hectárea, que se corresponde con el beneficio neto de los productores cuando ambos invierten. En otro caso, cuando el primer productor invierte y el segundo no, el pago es igual a (-788,87; 1.826,23), lo que significa que el beneficio neto para el primero es negativo (U\$S -788,87) quien realiza la inversión y para el segundo es positivo, U\$S 1.826,23 (“free rider”).

Es fácil realizar el análisis estratégico de este juego, en donde se ve que la estrategia dominante es “no invertir”. La manera tradicional de solucionar este juego es dejar constante la estrategia del otro jugador y elegir cuál es su mejor estrategia. Como puede el lector verificar, no importa cuál es la estrategia del otro jugador, siempre es más conveniente no invertir.

En este caso la zona tiene un menor beneficio agregado que aquel en que ambos invierten. Para superar este resultado “subóptimo” es necesario que una autoridad intervenga, por ejemplo, limitando los beneficios del “free rider”. Una manera de hacerlo es, como veremos más adelante, estableciendo una regla que obligue a cierta inversión privada para gozar de los servicios de la inversión pública.

Modelo de “Contrato Social de Cuenca”

En Mercau (2013 a) se desarrolla un modelo que permite examinar la importancia de la existencia de un arreglo institucional que tome en cuenta la existencia de una necesidad de coordinación de las acciones en el campo de las inversiones hídricas. Este modelo se encuadra dentro de los llamados de “equilibrio general”. Por razones de simplicidad, se presentará el modelo de consumidores-productores, [Salai-i-Martin (2000), pág. 95]. Este modelo arroja los mismos resultados que la división entre consumidores y productores y es, desde el punto de vista operativo, más simple.

En los apartados que siguen se presentarán las condiciones de producción y de consumo, las reglas de comportamiento y las restricciones que enfrentan los actores en este tipo de mercado

competitivo. Es decir, se considerará que los productores están representados por un gran número de ellos y ninguno detenta un poder de mercado tal que permita ejercer una posición dominante. Además, se considerará una Autoridad de Cuenca, que es quien administra el recurso hídrico.

- **Familias productoras**

Las familias productoras transforman los servicios de los factores productivos en productos agropecuarios. Esta transformación se lleva adelante mediante el uso de técnicas de producción que los economistas resumen en “funciones de producción”.

Las funciones de producción agropecuarias consideradas en esta sección tienen como factores productivos al trabajo; al capital en infraestructura de riego al interior de las fincas (“capital interno o capital privado”), tales como los equipos de riego tecnificado (riego por aspersión, goteo, etc.); y al capital en infraestructura de riego al exterior de las explotaciones (“capital externo o capital público”), tales como los diques derivadores, los canales de riego de la red primaria, secundaria, etc. Asimismo, dependen del “nivel” de tecnología adoptado y de los factores climáticos. Una función de este tipo puede expresarse como:

$$(1) F(A, K_i, k_x, L, e^u) = AK_i^{(1-\alpha)} L^\alpha k_x^\alpha e^u$$

Donde, $F(\cdot)$ representa a la producción agropecuaria como función de distintas variables y representa el Ingreso Bruto o Valor Bruto de Producción (en términos reales o a precios constantes e iguales a 1); A es el “nivel” de la tecnología; K_i representa los servicios del capital “interno”; L los servicios del trabajo; k_x los servicios del capital “externo” que recibe la explotación en cuestión (expresado en términos por trabajador) y e^u : factores climáticos, donde e es la base de los logaritmos neperianos y u un coeficiente fijo (a los fines de este trabajo).

Los coeficientes α y $(1-\alpha)$ representan la ponderación que tiene el incremento del factor como contribución a la variación total del producto. Por ejemplo, si el factor trabajo crece un 5% y $\alpha = 0,5$, la contribución del factor al crecimiento total del producto será de 2,5 puntos porcentuales. Supondremos que esta función (1) es homogénea de grado uno en trabajo y capital interno, de modo tal que pueda expresarse en términos por trabajador⁵:

$$(2) f(\cdot) = Ak_i^{(1-\alpha)} k_x^\alpha e^u$$

Esta función de producción agropecuaria puede captar los principales aspectos productivos que se toman en cuenta en los programas de inversión pública.

- 1) El coeficiente tecnológico “A” define el “nivel” de la tecnología que está disponible para el productor. Actúa como un escalar, es decir, un aumento de este coeficiente coloca a la producción en nuevo nivel más elevado. Desde el punto de vista económico se trata de un bien “no rival”, en sentido que la misma tecnología de producción de un productor o familia productora J puede ser utilizada por otra familia Q al mismo tiempo. Desde el punto de vista de los programas públicos de inversión, este coeficiente puede mejorarse a través de componentes “blandos”, tales como la capacitación, la difusión de nuevos paquetes tecnológicos, etc.
- 2) El coeficiente climático “ e^u ” capta los fenómenos como el granizo, las sequías, fenómeno del Niño o de la Niña, etc. Desde el punto de vista económico se trata de una variable aleatoria y define, en alguna medida, el “riesgo” (de origen climático) que enfrentan las familias productoras. A los fines de simplificar el análisis, en este trabajo se considerará una variable fija. Desde el punto de vista de los programas públicos de inversión, esta variable puede ser objeto de componentes institucionales, tales como seguro agrícola,

sistema de información climática, sistema de prevención de heladas, programas de financiamiento de tela antigranizo, etc.

- 3) A niveles muy bajos de capitalización, la productividad es muy alta en los dos tipos de capital. A la inversa, a niveles muy altos de capitalización los efectos incrementales sobre la producción son casi insignificantes. Lo interesante de esta propiedad⁶ es que puede usarse como una regla de priorización sobre qué inversión realizar según las condiciones existentes en cada sistema de riego.
- 4) Un efecto interesante que puede derivarse de esta formulación es que si dos explotaciones se encuentran en distintas zonas de producción que cuentan con distinta dotación de bienes de infraestructura pública (k_x) pero gozan de la misma dotación de mano de obra, enfrentan los mismos accidentes climáticos, tienen la misma tecnología de producción, podrían lograr el mismo nivel de producción con distintas dotaciones de capital “intrafinca” (k_i). En otras palabras, un productor podría “sustituir” inversión privada interna (“subinvertir”) porque recibe más servicios del capital externo.

• Familias consumidoras

La demanda de los productos agropecuarios producidos por las familias productoras se expresa a través del proceso de búsqueda de bienestar a través del consumo de estos bienes. Desde el punto de vista microeconómico, las familias tienen un conjunto de preferencias que puede ser expresado a través de una función de “utilidad” o bienestar (ordinal).

Esta función expresa, en términos de valor actual, el flujo futuro de bienestar que resulta del consumo de los bienes producidos. Asimismo expresa la manera en que los consumidores “prefieren” reemplazar o sustituir consumo presente con consumo futuro, que es la base del proceso de ahorro y acumulación de todas las familias.

Tres elementos son importantes en la definición de estas preferencias: (1) la satisfacción inmediata (o función de utilidad instantánea) que define el grado de bienestar en cada período de tiempo; (2) el horizonte temporal (es decir el tiempo T hasta el cual se extiende el flujo de consumo para poder actualizarlo); y, (3) la tasa de descuento (o “tasa de interés” subjetiva al cual son descontados estos flujos). La función de utilidad instantánea que usaremos será la “función de elasticidad intertemporal constante” [Véase Sala-i-Martín (2000), página 88].

$$(3) U_0 = \int_0^T \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} e^{-\theta t} dt$$

Donde, c : representa el consumo per cápita; T representa el horizonte temporal; σ es la elasticidad de sustitución intertemporal en el consumo (mientras mayor es σ , más quieren alisar el consumo en el tiempo los consumidores); θ es la tasa de descuento; e : es el número “e” de los logaritmos neperianos, y la expresión $e^{-\theta t}$ representa la forma de actualización para variables continuas (y es equivalente a $1/(1+\theta)^t$ en las variables discretas).

En cuanto al horizonte temporal, se supondrá que T tiende a infinito. Esto no significa que se suponga que los productores agrícolas son inmortales, sino que, tal como lo demuestra Barro (1974), si la felicidad de los hijos afecta el estado de bienestar de los padres, un horizonte de este tipo capta el “altruismo” o “amor” de los padres a los hijos. [Véase también Sala-i-Martín, (2000), páginas 86 y 87]. De esta manera, al tomar las decisiones de inversión (y de consumo) en el tiempo lo hacen no solamente mirando el presente inmediato, sino también viendo el efecto que tendrá sobre sus hijos y sobre los hijos de sus hijos y así sucesivamente.

• Condiciones de acumulación

El equilibrio competitivo involucra una decisión dinámica. Es decir, los productores-consumidores deben sacrificar consumo presente por consumo futuro, para poder invertir. De

esto se trata el proceso de inversión y ahorro. Por ello, para poder completar el modelo debemos incorporar la ecuación de movimiento o de acumulación de capital de los productores agropecuarios.

$$(4) \dot{k}_i + \delta k_i = f(\cdot) - \varphi - c = Ak_i^{(1-\alpha)} k_x^\alpha e^u - \varphi - c$$

Donde, \dot{k}_i : es el incremento del capital interno (el “punto” sobre la variable denota que es la derivada de la variable con respecto al tiempo o variable “incremental”); δ es tasa de depreciación del capital (que suponemos por simplicidad que es igual tanto para el capital interno y externo, como veremos más adelante); φ es el “canon de inversión” (o cuota por la inversión en infraestructura hídrica externa). Esta cuota, por ejemplo, en el caso de Mendoza, corresponde a la parte que votan los regantes que se harán cargo para afrontar el financiamiento de las obras de infraestructura hídrica (o “capital externo”). En el caso de Mendoza, los regantes pagan el 60% del total de la obra y el 40% lo paga el estado provincial. En este trabajo consideraremos que el 100% es pagado por los regantes. Por lo tanto, el ingreso per cápita bruto menos el canon, representa el ingreso per cápita (real) “disponible” para consumir o invertir.

Esta ecuación expresa que el ahorro debe ser igual a la inversión. En este caso, la inversión sirve tanto para la acumulación de capital nuevo, como para cubrir el deterioro del capital existente (“depreciación” o “costos de mantenimiento”). Por el lado del ahorro, éste se conforma con el ingreso “disponible” al cual se le detrae el consumo. Es decir, las familias productoras detraen de su producción (o de los ingresos de su producción) lo que necesitan para subsistir (consumo) y el pago de los tributos o servicios que deben afrontar. En este modelo sencillo, el pago extra que deben enfrentar las familias productoras es el canon de la obra de riego de infraestructura extra finca (o capital externo). Los productores-consumidores toman sus decisiones de inversión teniendo en cuenta el flujo futuro de ingresos que respalde las inversiones y permita el goce de un consumo sustentable, como así también el pago del canon de obra de las inversiones hídricas extra finca.

- **Autoridad de Cuenca**

La Autoridad de Cuenca se dedica a planificar y ejecutar el presupuesto de inversión pública en infraestructura hídrica. La ecuación relevante aquí, es su restricción presupuestaria,

$$(5) \varphi = k_x + \delta k_x$$

La ecuación (5) señala como ingreso per cápita al canon y como egresos los gastos per cápita en acumulación de capital y reposición del capital existente (es decir, la inversión expresada en términos per cápita del capital “externo”).

Solución de “mercado” y solución a través de un “Contrato Social de Cuenca”

Dado que las decisiones de inversión son de naturaleza dinámica, se usará para su planteo y solución la técnica de “optimización dinámica”. Específicamente se usará la técnica de control óptimo formulada por el equipo de matemáticos rusos liderados por L. Pontryagin [Véase Salai-i-Martin (2000), págs. 232-239].

Los detalles matemáticos se han dejado para el Anexo y el lector interesado puede recurrir allí para ver cómo se llega a la solución que se expone en estas secciones o indagar en las referencias bibliográficas específicas citadas en el mismo.

Básicamente el problema dinámico a resolver se plantea desde un punto de vista de la “racionalidad económica”⁷. Es decir, las familias productoras al tomar sus decisiones de invertir lo hacen tratando de optimizar sus ganancias y el bienestar propio (y de sus hijos) a lo largo del tiempo. Para hacerlo, tienen en cuenta las restricciones de acumulación de capital que

les permiten las condiciones de producción y de supervivencia o goce del consumo en cada período, así como el pago de los compromisos asumidos (como el canon de obra de las inversiones en infraestructura pública de riego).

Para la solución de mercado, las reglas de comportamiento de la Autoridad de Cuenca serán un dato, una “externalidad” a su proceso de decisión. Para la solución de “Contrato Social de Cuenca”, el proceso institucional-legal permitirá la internalización del proceso de inversión pública y la coordinación de las inversiones privadas y públicas a través de un Acuerdo o Arreglo Institucional que explote las ventajas de la existencia de un Capital Social. Esto requerirá, como veremos más adelante en la sección b) de esta parte, la incorporación de la restricción impuesta en el Acuerdo a través de una “regla de inversión” a la que se sujetan las partes firmantes.

- **Solución de mercado**

Por solución de mercado se entiende aquella solución competitiva que los productores realizarían en una economía de mercado, donde no gozan de poder de mercado como para ejercer, por ejemplo, algún poder monopólico (“único vendedor”) en el mercado de bienes o monopsónico (“único comprador”) en el mercado de los factores productivos. Se trata de una situación en la cual la inversión de la infraestructura interna de las fincas, en lo relacionado con tecnologías de riego, se realiza con total independencia de las autoridades hídricas. La experiencia muestra que estos procesos se han dado abundantemente en Argentina.

Desde el punto de vista operativo, esta solución implica la maximización u optimización de la función de bienestar (3) de los productores-consumidores sujeto a las restricciones productivas, tales como la ecuación de acumulación de capital privado (4), la no negatividad del capital y del consumo, un valor dado para los valores iniciales de capital y consumo y una “ecuación de cierre” que deje de lado procesos de inversión especulativos del tipo “Ponzi” o, más modernamente, de los llevados adelante por Bernard L. Madoff⁸. Como resultado, se obtiene que la tasa de crecimiento del consumo a lo largo del tiempo es igual a la expresión (6) [Véase Anexo, Sección I,b]:

$$(6) \gamma_c = \frac{1}{\sigma} [(1 - \alpha)A \left(\frac{k_x}{k_i}\right)^\alpha e^u - (\delta + \theta)]$$

Donde γ_c es la tasa de crecimiento del consumo [Véase Anexo Sección I, apartado b]. Dado que k_x es un dato para los productores individuales, y en este caso extremo no hay intervención alguna por parte de la Autoridad de Cuenca, la tasa de crecimiento de largo plazo del consumo es igual a cero, en el punto en que la inversión privada genera una productividad igual a la suma de la tasa de depreciación del capital y la tasa de descuento, $\delta + \theta$. En este “estado estacionario”, la inversión privada alcanza el valor que se expresa en la ecuación (7):

$$(7) k_i^* = k_x^* \left[\frac{(1-\alpha)Ae^u}{(\delta+\theta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

A través de los componentes blandos que afecten tanto el nivel de tecnología, A y los componentes climáticos, e^u , como lo señalamos anteriormente, se podría influir en este tipo de inversiones. Por otro lado, la inversiones en infraestructura pública a través de los programas de inversión pública llevados a cabo a través de PROSAP, tienen un efecto de largo plazo en la inversión de infraestructura de riego intrafinca. Asimismo, políticas como las que ha llevado a cabo el Fondo para la Transformación y el Crecimiento en Mendoza, subsidiando la tasa ($\theta=0$) o el programa de ANR de PROSAP pueden incrementar este tipo de inversión.

Sin embargo, a pesar de todos estos esfuerzos, los resultados parecen ser insuficientes y dejan la sensación de algún grado de subinversión en este tipo de capital. ¿Por qué?

En el estado estacionario⁹ la tasa de crecimiento del consumo, del capital y del producto es cero. El primer resultado surge directamente de (6) cuando la productividad marginal del capital privado se iguala con la tasa de depreciación más la tasa de descuento. La segunda, de la ecuación (7), en donde para un capital público dado, el capital privado es constante, y por lo tanto su tasa de crecimiento es cero. Por último, como la producción es función del capital privado y del capital público per cápita, y éstos son constantes, la producción también será constante y por lo tanto su tasa de crecimiento igual a cero.

En síntesis, en el modelo de mercado la tasa de crecimiento de la inversión es en el largo plazo igual a cero, si la inversión pública es percibida como exógena o como una “externalidad”. En este escenario, el capital privado de equilibrio puede cambiar al cambiar la inversión pública. Sin embargo, esta modificación se trata de la ejecución arbitraria de un presupuesto de obras. En términos económicos, la inversión cambiará de “nivel” de la inversión privada, pero su tasa de crecimiento de largo plazo seguirá siendo igual a cero, como lo expresa la igual (8).

(8) $\gamma_{k_i}=0$; donde γ_{k_i} es la tasa de crecimiento de largo plazo de la inversión privada intra finca.

En síntesis, las expresiones (7) y (8) resumen las principales características del comportamiento de la inversión en infraestructura privada cuando la inversión en infraestructura pública es percibida como un proceso externo a las decisiones de producción. En los procesos poco tecnificados (es decir, una gran proporción α , que implica un proceso que es intensivo en mano de obra y poco intensivo en capital) la expresión (7) nos dice que el capital interno tenderá a ser pequeño. Igualmente, en aquellos productores que tienen una “visión cortoplacista”, es decir, que la tasa de descuento θ es elevada, el capital privado tenderá a ser también pequeño. Esto puede suceder por un fenómeno de envejecimiento de la población rural y de abandono generacional (de las próximas generaciones) de la explotación rural. En ese sentido, poco importa el futuro y mucho el presente. Este parece ser un fenómeno que tiende a verificarse en las explotaciones bajo riego tradicional. Asimismo, en zonas donde las tecnologías son pobres (bajo valor de A) o que tienen un bajo desarrollo tecnológico de las explotaciones, el capital interno privado tenderá a ser pequeño. Por último, el resultado teórico de este ejercicio nos muestra que dadas las características del proceso productivo y de la “externalidad” del proceso de inversión pública, la predicción de crecimiento de largo plazo de la inversión privada es cero.

• **Solución a través de un Contrato Social de Cuenca**

Esta solución implica una acción activa por parte de la Autoridad de Cuenca, explotando las ventajas de la existencia de capital social en la comunidad agrícola. [Para el estudio de un caso en donde se indaga sobre el capital social existente en una comunidad agrícola aplicada a Mendoza, véase Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008) y Mercau y Suoni (2012 y 2014)]. Para su implementación hace falta que todos los actores firmen un acuerdo, del tipo “Pacto Territorial” o “Acuerdo Social”, en el que se establecen todos los derechos y obligaciones de los actores de la cuenca. Para ello es necesario establecer las reglas que regirán el contrato (la más importante a los fines de este estudio será la “regla de inversión”), y las condiciones en las cuales se obligará a las partes a cumplir con las mismas.

En algunas provincias argentinas existe una organización de los regantes que permite la conformación de estos arreglos institucionales. Las organizaciones de base están constituidas por los mismos regantes y se vinculan con las autoridades que regulan el recurso hídrico. Además, en donde existen los llamados “comités de cuenca”, también están representados los

otros actores que hacen uso del recurso hídrico. Para esta autoridad, la restricción de movimiento de la inversión incluye tanto la correspondiente a cada uno de los productores, como la que refleja el proceso de acumulación de la inversión en infraestructura pública. De (4) y (5) podemos obtener esta restricción¹⁰ (9).

$$(9) \quad \dot{k}_i + \dot{k}_x = Ak_i^{(1-\alpha)}k_x^\alpha e^u - c - \delta(k_i + k_x)$$

La expresión (9) surge de considerar al mismo tiempo la restricción de acumulación de los productores privados (4) y la restricción presupuestaria de la autoridad de cuenca (5). Nos dice que la acumulación del capital privado y público debe financiarse con los excedentes de la producción sobre el consumo, una vez que se ha cubierto la reposición del capital existente que se ha desgastado por el proceso natural de depreciación.

Regla de inversión

Desde el punto de vista económico, y dada la restricción de recursos, la Autoridad de Cuenca deberá establecer una “regla de inversión” que refleje la eficiencia económica. En términos muy sencillos, una maximización de la producción exige que las inversiones en uno y otro tipo de capital se hagan hasta el punto en que se igualen las productividades marginales de cada uno de estos factores [Véase Mankiw, Romer y Weil (1992) y Sala-i-Martin (2000) página 48]. Esto implica una regla de inversión, tal que:

$$(10) \quad k_x = \frac{\alpha}{1-\alpha} k_i$$

Lo que nos dice la “regla de inversión” es que es racional y económicamente eficiente que la inversión pública en infraestructura de riego (externa) esté acompañada por la inversión intrafinca.

La idea subyacente en el tipo de solución que se plantea en esta sección se basa en el concepto de un “Planificador Central” o “Planificador Central Benevolente”, en el sentido que hay una autoridad que toma las decisiones centralizadamente, pero con una función objetivo que coincide con las funciones objetivo de los regantes en la Cuenca [Véase Sala-i-Martin (2000), pág. 97]. Si bien la idea es atractiva, lo que se propone aquí se aparta un poco de la tradicional de un Planificador Central, para hablar de una Autoridad de Cuenca que esté sustentada por un Capital Social intensamente desarrollado. Ya en trabajos empíricos anteriores (Mercau, Duarte y Eisenchlas, 2008 y Mercau y Suoni, 2014) se explora esta idea y la solución parte de un arreglo institucional del tipo “Pacto Territorial”.

El Pacto Territorial aumenta su efectividad en la medida que haya un desarrollo de capital social importante. Si bien la idea de capital social ha sido ampliamente discutido, especialmente durante la última década del siglo anterior [Véanse Coleman (1988), Putman (1993) y Helliwell y Putman (1995), entre los trabajos clásicos], la idea de un poder coordinador que explote las externalidades que surgen de la existencia del capital social es relativamente reciente [Véase por ejemplo Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008) y Mercau y Suoni (2012, 2014)].

En este caso, la tasa de crecimiento de la inversión privada –cuando la Autoridad de Cuenca tiene un mandato claro del Capital Social existente a través de un arreglo institucional vinculante con los actores de la cuenca- es positiva a largo plazo [Véase Anexo, Sección II,b]::

$$(11) \quad \gamma_{k_i} = \frac{1}{\lambda} [\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} A e^u - (\delta + \theta)] > 0$$

Si se compara (8) con (11) puede verse claramente la ventaja de la estrategia propuesta. En otras palabras, esta solución provoca una tasa de crecimiento positiva de la inversión intrafinca en el largo plazo, debido a que la inversión pública deja de ser una “externalidad” para las familias productoras, ya que ellas acuerdan con la Autoridad de Cuenca el cumplimiento de una

regla de racionalidad económica de inversión conjunta, pública y privada. En términos “operativos” del modelo teórico, implica que la Autoridad de Cuenca cuando busca el “mejor” bienestar de largo plazo de la comunidad de la cuenca, lo hace teniendo en cuenta no sólo su restricción como autoridad, sino también las condiciones productivas y las restricciones, de los productores privados.

En consecuencia, desde el punto de vista teórico, se hace necesaria la intervención de un “poder coordinador” que colabore en las decisiones de inversión en infraestructura de riego al interior de las fincas. Este poder puede ser el “Estado” –como ente resumen de este poder coordinador–, como se propone aquí, una “Autoridad de Cuenca” que permita explotar las ventajas que otorga la existencia de un capital social considerable en las comunidades agrícolas.

En este sentido, se entiende que la información sobre las potencialidades de inversión en las áreas bajo riego en la Argentina, tanto en lo que se refiere a infraestructura hídrica externa como al interior de las explotaciones, debe estar disponible para las autoridades que influirán en las decisiones de su inversión.

Los principales resultados del modelo planteado se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 1) La causa aparente de la subinversión en capital intrafinca es la presencia de una externalidad, representada por la inversión en infraestructura hídrica al exterior de la explotación. Desde el punto de vista del productor individual, esta inversión se percibe fuera del ámbito de su decisión y por lo tanto es un dato. No siente (el productor) que sus decisiones puedan afectar esta inversión y, por lo tanto, en sus decisiones productivas actúa como una “externalidad”.
- 2) La solución está enfocada a tratar de “internalizar” este factor. Sin embargo, dadas las características de la inversión pública en infraestructura hídrica, esto sólo puede lograrse mediante la concreción de ciertos “arreglos institucionales”. Los componentes principales de esta solución requieren:
 - a. **Administración de Cuenca:** un requisito fundamental es la existencia de una entidad administradora del recurso hídrico que esté por encima de los productores individuales, pero que los integre de tal manera que aproveche las sinergias y complementariedades que surgen de las características del capital social existente en las comunidades agrícolas. En lo posible, en esta entidad deben estar representados todos los actores relevantes de la cuenca y establecer mecanismos de coordinación que permitan teñir a sus decisiones de las características de un “óptimo social”.
 - b. **Contrato Social de Cuenca:** las características de la coordinación de las inversiones públicas en infraestructura hídrica extra finca y las inversiones privadas en capital intra finca demanda un instrumento legal-institucional que actúe de manera tal que tenga poder tanto de coordinar como de ejecutar las decisiones. Esto implica plasmar en un arreglo institucional tanto los derechos como las obligaciones de los firmantes del acuerdo y establecer en él los mecanismos que permitan su cumplimiento.
 - c. **Una regla de inversión:** El Contrato Social de Cuenca debe establecer normas claras para su interpretación e implementación. Por ejemplo, una norma fundamental es el establecimiento de una regla de inversión que ate la inversión en infraestructura pública al cumplimiento de la inversión en infraestructura privada. Como lo que realmente afecta (o beneficia) a la producción no es en sí misma la existencia de la infraestructura pública, sino los servicios que ésta presta a la producción privada, la norma no implica impedir la inversión pública, sino limitar los beneficios de esta inversión a los productores que no cumplan con la regla de

inversión. Esto puede hacer, por ejemplo, a través de los turnos de riego, la cuota de agua, etc.

CONSTRATACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO DE SUBINVERSIÓN EN ÁREAS DE RIEGO

Con el objetivo de realizar un análisis empírico y evaluar los conceptos desarrollados en el presente trabajo; se aplicaron los conceptos y preguntas de investigación a las inversiones realizadas en el área de riego en Mendoza, Argentina, tomándose como estudio de caso a tres inversiones en infraestructura en la cuenca inferior del río Tunuyán. De este modo se pretende actualizar y completar estudios existentes.

Para ello se utilizó una encuesta de campo realizada por FAO (Food and Agricultural Organization) y DGI (Departamento General de Irrigación de Mendoza) entre los regantes de una zona conocida como “subcuenca del Río Tunuyán Inferior” de la Provincia de Mendoza, más específicamente centrada en tres departamentos de la subcuenca (San Martín, Rivadavia y Junín)¹¹.

El objetivo de la encuesta fue la identificación de externalidades sociales, económicas y ambientales, sinergias y complementariedades en territorios de implementación de proyectos de desarrollo; y estuvo destinada a regantes del área de los proyectos/obras bajo estudio. Dicha encuesta se estructuró de forma tal de captar la percepción de los entrevistados sobre la calificación de la obra o inversión realizada, como de la celebración de un pacto territorial.

En el presente estudio se utiliza dicha encuesta, y a partir de la misma se aplica inferencia estadística con el objetivo de evaluar las principales hipótesis que surgen del marco teórico expuesto; determinando la relevancia estadística de la relación que existe entre las diversas respuestas de los encuestados y las hipótesis teóricas del estudio. En otras palabras, el propósito perseguido consiste en analizar un caso concreto, y mediante el uso de inferencia estadística; aplicar los conceptos teóricos respecto del problema de la subinversión privada en riego tecnificado y su posible solución.

Por último, a partir de los resultados de la investigación empírica se pretende extraer lecciones y recomendaciones prácticas orientadas a mejorar las estrategias de apoyo a iniciativas de desarrollo rural bajo un enfoque territorial, con énfasis en los arreglos institucionales.

- **Principales relaciones a probar: Aplicación del Marco Teórico**

A partir de los conceptos desarrollados en el marco teórico, se buscó identificar las variables que determinan la decisión de los productores de realizar inversión en el interior de las fincas; de manera tal de intentar probar en un caso real la existencia (o no) de una subinversión.

En esta línea de pensamiento se esboza un “modelo mental”, que busca identificar las relaciones existentes entre las decisiones de inversión privada intrafinca y diversas variables que la determinan; a fin de plantear hipótesis en cuanto a los resultados que se esperan obtener del ejercicio de inferencia estadística.

Para contextualizar la importancia que tiene la realización de un nivel de inversión que sea socialmente óptimo, es importante recordar que para que exista crecimiento económico es necesaria la existencia de ahorro que se traduzca en inversión en capital físico como motor de desarrollo endógeno.

En el modelo desarrollado en el presente trabajo, esto se verifica en el planteo de las funciones de producción agropecuarias, que dependen del trabajo, del “capital interno” y del “capital externo” o “público”¹². Y es la inversión justamente la variable que modifica el stock de capital.

En consecuencia, el hecho que los niveles de inversión intrafinca sean subóptimos, implica un nivel de crecimiento del territorio inferior al que podría alcanzarse en caso de que los productores pudieran internalizar los beneficios de sus inversiones¹³. En consecuencia, interesa identificar las variables que influyen (y cuáles no lo hacen) en las decisiones de inversión intrafinca de los productores agropecuarios.

En primer lugar, el principal incentivo económico de la decisión de inversión lo constituye la rentabilidad de la misma; en el sentido que si la inversión tiene una productividad marginal que supera el costo de uso de la misma (o costo de oportunidad alternativo de los inversores, que en los modelos macroeconómicos es la tasa de interés); se tomará la decisión de invertir. La teoría microeconómica en la que se basa, es que las decisiones de inversión se fundamentan en el criterio del valor presente; por el cual importan tanto el flujo de beneficios que permitirá generar la nueva inversión como el costo alternativo del uso de los fondos. La decisión de invertir dependerá entonces de los niveles de actividad y las expectativas con respecto a la inversión en particular y al ambiente económico en general¹⁴. En el largo plazo, la principal fuente de financiamiento de la inversión debe ser el ahorro (en contraposición con el endeudamiento); por lo cual el ahorro debe ser igual a la inversión. Por el lado del ahorro, éste se conforma con el ingreso “disponible” al cual se le detrae el consumo. Desde el punto de vista microeconómico las familias productoras detraen de su producción (o de los ingresos de su producción) lo que necesitan para subsistir (consumo) y el pago de los tributos o servicios que deben afrontar.

En el presente modelo además, el pago de los tributos que las familias detraen de su ingreso disponible vienen dados por el canon de la obra de riego de infraestructura extra finca (o capital externo). En este sentido, el capital en infraestructura hídrica externo representa para el productor, valga la redundancia, una “externalidad”. La hipótesis que surge del modelo teórico desarrollado anteriormente es que la presencia de esta externalidad provoca que la inversión privada sea subóptima.

En síntesis, en el modelo planteado, los productores toman sus decisiones de inversión teniendo en cuenta el flujo futuro de ingresos que respalde las inversiones y permita el goce de un consumo sustentable, como así también el pago del canon de obra de las inversiones hídricas extra finca.

Finalmente, en el modelo se plantea que mediante la concreción de ciertos “arreglos institucionales” puede lograrse que los productores internalicen la externalidad que representa para ellos la inversión pública, y se alcance un nivel de inversión más cercano al óptimo social.

- **Definición de Variables**

Siguiendo con el razonamiento anterior, se intentará identificar la significatividad de los conceptos relacionados con los incentivos económicos y los pactos territoriales como variables que determinan el nivel de inversión intra-finca del territorio bajo análisis.

Una dificultad de utilizar los datos obtenidos de la encuesta para el objetivo perseguido, residió en las características de los datos relevados; ya que mientras que en algunos casos la encuesta se estructuró con preguntas cerradas (cuyas respuestas eran sí o no); en otros casos estaba estructurada para captar *percepciones* de los entrevistados, y fue necesario transformar la visión cualitativa surgida de la encuesta en valores que permitan aplicar herramientas estadísticas con el fin de probar la existencia de las relaciones entre las variables planteadas en el marco teórico. El desafío fue entonces identificar en la encuesta mediciones que representaran las distintas variables económicas que determinan la inversión de acuerdo con el modelo teórico planteado.

Resumiendo el modelo teórico, y en términos conceptuales; la inversión intrafinca (variable independiente), se relaciona con las siguientes variables:

- en forma positiva con los niveles de actividad y las expectativas con respecto a la inversión en particular y al ambiente económico en general.
- en forma negativa con el costo de uso de los fondos.
- en forma negativa con la inversión en infraestructura; dado que para los productores la inversión externa es una variable exógena que brinda servicios a través de una mayor provisión de agua. Esta mayor provisión disminuye los incentivos a optimizar el riego dentro de las fincas.

En función de los datos relevados por la encuesta, se verificó que la inversión intrafinca podía ser medida de dos formas:

1. Por el hecho de que hubiera existido inversión o no. En este caso, la variable independiente es dicotómica; y es igual a 1 (uno) si se respondió afirmativamente a la pregunta si realizó inversiones en la explotación en el último período, y 0 (cero) si la respuesta fue negativa.
2. El monto en pesos invertido. En este caso la variable independiente es continua.

La posibilidad de medir la variable independiente de dos formas dio origen al planteo de dos modelos: en un primer modelo se planteó un modelo probit, mientras que en el segundo caso se realizó una regresión de mínimos cuadrados ordinarios.

Las variables independientes identificadas se detallan a continuación:

Variable: Expectativas económicas

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Variable dicotómica: 1 (uno) si la inversión realizada se debe a la coyuntura económica favorable; y 0 (cero) en caso contrario
<i>¿Qué mide?:</i>	Nivel de actividad esperado
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Positivo

Variable: Conyuntura económica

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Variable dicotómica: 1 (uno) si la inversión realizada se debe al buen resultado económico de la temporada previa; 0 (cero) en caso contrario
<i>¿Qué mide?:</i>	Nivel de actividad económica
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Positivo

Variable: Concreción y/o avance de la inversión pública

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Variable dicotómica: 1 (uno) si la inversión realizada se debe concreción y/o avance de la obra de infraestructura de riego pública; 0 (cero) en caso contrario
<i>¿Qué mide?:</i>	Existencia de obras de inversión pública
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Negativo

Variable: Financiamiento

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Variable dicotómica: 1 (uno) si la inversión realizada fue financiada con recursos propios; 0 (cero) inversión realizada financiada con recursos de terceros
<i>¿Qué mide?:</i>	Proxy del nivel de ingresos: si los productores cuentan con recursos propios es porque han podido generar un ahorro (Ahorro: Ingresos - Consumo)
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Positivo

Variable: Mejoras productivas

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Indica “grados de mejora”, siendo 1 (uno) el valor de calificación mínimo y 5 (cinco) el máximo
<i>¿Qué mide?:</i>	Medida del nivel de actividad esperado, capta respuestas en dimensiones referidas al crecimiento de la producción (mejora en oportunidades de negocios, en posibilidades productivas y en situación económica)
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Positivo

Variable: Mejoras en infraestructura

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Indica “grados de mejora”: escala de 1 (uno) (valor mínimo) a 5 (cinco)
<i>¿Qué mide?:</i>	Mejora percibida por los agentes económicos en el acceso a los servicios públicos debido a la realización de las obras de riego públicas
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Negativo

Variable: Valoración de entidades relacionadas con la infraestructura de riego

Variable: Valoración de entidades relacionadas con la infraestructura de riego

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Escala de 0 (cero) -valor mínimo que corresponde si el entrevistado no considera ninguna importancia-; a 5 (cinco) -máxima valoración-
<i>¿Qué mide?:</i>	Capta el capital social percibido, a partir de la valoración que hacen los encuestados de las organizaciones intermedias de diverso tipo con identidad territorial. Supone que tal valoración refleja las redes construidas entre los agentes del territorio y, en consecuencia, muestran la existencia del capital social
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	A priori indeterminado. Negativo si la existencia de comunidades agrícolas que actúan sin la coordinación del capital social, originan conductas socialmente inadecuadas como el fenómeno del “polizante” (“free rider”) (Mercau, 2013b) Positivo si el capital social está relacionado con la confianza [Putman (1993)]

Variable: Pacto territorial

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Escala de 1 (uno) -mínima valoración del impacto- a 5 (cinco).
<i>¿Qué mide?:</i>	Valoración de un ejercicio contrafactual de suponer el impacto de la existencia de pacto territorial ¹⁵
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	Positivo, del modelo se concluye que mediante una solución a través de un Contrato Social de Cuenca, se obtendrá un nivel de inversión intrafinca óptimo ¹⁶ .

Variable: Participación

<i>Tipo de variable – Valores:</i>	Variable dicotómica: 1 (uno) si participó en la planificación o ejecución de la obra o no participó porque no se enteró, o no lo invitaron; 0 (cero) si no le interesó participar
<i>¿Qué mide?:</i>	Disposición a participar en los proyectos; siendo la hipótesis que el grado de participación es un indicio de la capacidad de construir un capital social en el territorio.
<i>Signo esperado del coeficiente:</i>	A priori indeterminado:

Negativo en caso de comunidades agrícolas que actúan sin la coordinación de este capital social dando origen a la presencia de un “free rider”;

Positivo indicando que el capital social basado en la confianza implica una mayor inversión.

Variable: Asociado

Tipo de variable – Valores: Variable dicotómica: 1 (uno) si el productor actúa en forma conjunta con algún actor; 0 (cero) si no forma parte de este tipo de integración

¿Qué mide?: Proxy de la existencia de capital social en el territorio analizado, intenta medir la existencia de “normas, la confianza interpersonal, las redes sociales y la organización social”.

Signo esperado del coeficiente: A priori indeterminado:
negativo en caso de comunidades agrícolas que actúan sin la coordinación de este capital social dando origen a la presencia de un “free rider”;

Positivo con lo que indicaría que el capital social se basa en la confianza lo que implica una mayor inversión.

Variable: Montecaseros y Reducción - Los Andes

Tipo de variable – Valores: Son 2 variables dicotómicas, que indican el lugar donde se realiza la inversión.

¿Qué mide?: Distingue el lugar debido a que los proyectos tienen distintos grados de maduración, y eso tiene distinto efecto en la inversión. El proyecto de Montecaseros tiene un grado de maduración mayor (entendido como vigencia desde la finalización de la etapa de inversión). El proyecto Reducción – Los Andes se finalizó durante el período en que se realizó la encuesta y el proyecto Constitución Medrano aún se encontraba en la etapa de preinversión.

Signo esperado del coeficiente: Negativo: En aquellos lugares donde la inversión en infraestructura pública se encuentra en funcionamiento, se espera un nivel de inversión privada o intrafinca menor, por efectos de la externalidad de la misma.

Cabe aclarar que por falta de datos no se incluyó variable alguna que permitiera medir el costo de uso de los fondos dedicados a la inversión.

• **Resultados Obtenidos**

Tal como se mencionó anteriormente, se han planteado dos modelos en función de la variable independiente utilizada.

En el primer modelo, dado que la variable dependiente es una variable dicotómica que adopta el valor 1 en el caso que se haya realizado inversión y valor 0 en caso contrario; se aplicó un modelo probit; el cual se caracteriza por ser una ecuación cuya variable dependiente es de “naturaleza cualitativa”, y representa la elección entre dos alternativas posibles, en función de una serie de variables independientes. En estos modelos, los resultados que se pueden obtener se interpretan como la probabilidad condicional de que ocurra un evento dados los valores que tomen las variables independientes. En nuestro caso la ecuación obtenida indica la probabilidad de realizar una inversión intrafinca condicionada a los valores adoptados por las variables dependientes elegidas.

Para verificar la significatividad de los coeficientes calculados a través de un modelo probit, se procede de igual forma que en el caso de una regresión lineal: el estadístico obtenido del cociente entre el estimador y su desviación típica tiene una distribución t de Student con los

correspondientes grados de libertad. En estos modelos la bondad de ajuste se mide a través del R^2 de Mc Fadden, lo que indica si en conjunto los coeficientes obtenidos son significativamente distintos de cero. En la tabla se expresan los valores de los coeficientes y, en cursiva, debajo del valor del coeficiente, el “test t student” que evalúa la significación estadística de la variable explicativa. Asimismo, se presenta el “ R^2 de Mc Fadden”.

Resultados de la inferencia estadística. Modelo Probit

Variable Dependiente	Realización de inversión intrafinca	
C	-0,05	-0,53
	<i>-0,05</i>	<i>-1,62</i>
Mejoras productivas	0,23	0,27
	<i>1,64</i>	<i>2,14</i>
Mejoras en infraestructura	0,04	
	<i>0,38</i>	
Valoración de entidades relacionadas con la infraestructura de riego	-0,16	
	<i>-0,79</i>	
Pacto territorial	0,07	
	<i>0,54</i>	
Participación	-0,05	
	<i>-0,13</i>	
Asociado	0,65	0,66
	<i>1,67</i>	<i>1,76</i>
Montecaseros	-1,93	-1,81
	<i>-3,59</i>	<i>-4,25</i>
Reducción Los Andes	0,04	
	<i>0,09</i>	
McFadden R-squared	0,28	0,29

Nota: La verificación de la inversión implica un valor 1= sí la realizó; 0= no la realizó.

Fuente: elaboración propia en base a datos encuesta FAO y DGI

Se muestran los resultados de sólo dos regresiones de la gran variedad que se realizaron (como es típico en este caso de investigación). El primero considera todas las variables independientes tomadas en consideración¹⁷. Se puede observar que no hay un muy buen ajuste global de la regresión planteada reflejado por un R^2 de Mc Fadden de 0,28; mientras que varios de los coeficientes de las variables no resultan significativamente distintos de cero.

Luego se procedió a descartar las variables independientes estadísticamente no significativas (a partir de la información que brinda el test t de Student); y a las variables no significativas y que presentaban multicolinealidad. Este ejercicio se realizó teniendo en cuenta que la eliminación de variables independientes no empeoraba el ajuste global indicado por el R^2 de Mc Fadden.

Los resultados de la última regresión que aquí se presenta permiten alcanzar las siguientes conclusiones:

- ✓ El análisis de regresión muestra que las mejoras productivas contribuyen positivamente a la probabilidad de invertir en el interior de las fincas. Dado que las mejoras productivas miden la percepción de los encuestados sobre la coyuntura económica; se tomó como una variable proxy del nivel de actividad esperado, por lo que el resultado obtenido es el esperado de acuerdo con la teoría económica.
- ✓ La variable “asociado” muestra una relación estadísticamente nula entre la probabilidad de invertir en el interior de las fincas con la existencia de capital social en el territorio analizado

mediante la integración del productor con otros actores; apoyando la idea de que a pesar de las complementariedades del capital social, la eventual falta de un poder coordinar podría anular sus efectos positivos.

- ✓ El hecho que el coeficiente de la variable Montecaseros sea significativamente distinto de cero indica que en el caso de los productores que se encuentran en la zona de influencia de tal proyecto, la probabilidad de invertir al interior de sus explotaciones, disminuye. Este resultado valida la teoría planteada que indica que en aquellos lugares donde la inversión en infraestructura pública se encuentra en funcionamiento, se espera menor inversión privada o intrafinca, por efectos de la externalidad de la misma. Justamente el proyecto de Montecaseros es el que tiene un grado de maduración mayor (entendido como vigencia desde la finalización de la etapa de inversión).
- ✓ Por último, cabe destacar el hecho de que el coeficiente que acompaña al Pacto Territorial arroje un valor que no es significativamente distinto de cero, es congruente con la idea que no hay poder coordinador. La sola existencia de estas instituciones no asegura que se realicen las inversiones socialmente óptimas. La autoridad de cuenca, no ha tenido injerencia en la inversión privada. No existe contrato social que logre una inversión eficiente pública y privada, igualando las productividades de ambos capitales.

En el segundo modelo se consideró que la variable independiente es el monto invertido por los productores en inversión intrafinca. En este caso se utilizó el Método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). En la tabla se expresan los valores de los coeficientes y, en cursiva, el “test Student” que evalúa la significación estadística de la variable explicativa. Asimismo, se presenta el “R² ajustado” que mide el grado de ajuste de la ecuación (considerando el efecto del número de variables explicativas utilizadas), el valor “F” que mide la significación estadística conjunta de todas las variables explicativas; y los grados de libertad que expresa la cantidad de observaciones por encima de los coeficientes estimados.

Resultados de la inferencia estadística. Modelo MCO

Variable Dependiente	Inversión realizada (\$)	
C	29.110	10.159
	1,13	2,41
Expectativas Económicas	-32.397	
	-1,99	
Coyuntura Económica	-10.693	
	-0,63	
Concreción y/o avance de la inversión pública	-51.651	-40.875
	-1,87	-1,64
Financiamiento	63.121	48.614
	5,41	5,72
Mejoras productivas	-3.088	
	-0,82	
Mejoras en infraestructura	-699	
	-0,24	
Valoración de entidades relacionadas con la infraestructura de riego	4.958	
	1,10	
Pacto territorial	-5.552	
	-1,64	
Participación	-22.089	-23.797
	-2,37	-2,75
Asociado	3.506	
	0,28	
Montecaseros	4.336	
	0,29	
Reducción Los Andes	-9.664	
	-0,79	
Ajusted R-squared	0,32	0,31
F-statistic	4,34	12,59
Grados de libertad	73	82

Fuente: elaboración propia en base a datos encuesta FAO y DGI

Al igual que en el caso del modelo probit, se muestran los resultados de sólo dos regresiones. El primero considera todas las variables independientes tomadas en consideración. Se puede observar que no hay un muy buen ajuste global de la regresión planteada, reflejado por un R^2 ajustado de 0,32; aunque los valores del estadístico F superan los valores de significancia estadísticas para los grados de libertad y un nivel de significancia del 5%. Por otra parte, varios de los coeficientes de las variables no resultan significativamente distintos de cero.

A partir del resultado de la primera regresión se descartaron las variables independientes estadísticamente no significativas (a partir de la información que brinda el test t de Student); y a las variables no significativas y que presentaban multicolinealidad. El criterio para la realización de este ejercicio fue el de considerar que la eliminación de variables independientes permitía obtener mejoras en el ajuste global indicado por el estadístico F¹⁸.

Los resultados de la última regresión que aquí se presenta permiten alcanzar las siguientes conclusiones:

- ✓ El análisis de la regresión muestra que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la variable financiamiento propio y el monto invertido intrafinca. Cabe recordar que la variable financiamiento ha sido considerada como una variable proxy del nivel de ingresos, ya que si un productor tiene recursos propios es porque ha podido generar un ahorro, el cual se determina como la diferencia entre los ingresos y el consumo. De este modo se valida la relación positiva entre inversión y nivel de ingresos que predice la teoría.
- ✓ La variable participación muestra una relación negativa con el nivel de inversión. Se puede pensar que el hecho que exista un elevado nivel de participación implica la existencia de inversión colectiva (que es la única que votan todos los regantes en conjunto para su realización), por lo cual los productores aprovechan la externalidad de la inversión pública, e invierten menos en el interior de sus explotaciones.
- ✓ La variable concreción y/o avance de la inversión pública mostró un coeficiente que no es significativamente distinto de 0. De acuerdo con el marco teórico se espera que la existencia de obras de inversión pública tenga una relación negativa con la decisión de invertir intrafinca. Sin embargo, esta hipótesis no es verificada a través de esta variable.
- ✓ En este modelo, al igual que en el probit, el coeficiente que acompaña al Pacto Territorial arroja un valor que no es significativamente distinto de cero con lo cual se puede afirmar que la sola existencia de estas instituciones no asegura que se realicen las inversiones socialmente óptimas; sino que es necesario que se adopten mecanismos específicos para incentivarla.

PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo partió de la evidencia que indicaría que existe “subinversión” al interior de las explotaciones, especialmente en lo que se refiere a riego tecnificado que no acompañan los esfuerzos realizados en inversiones externas. Esta subinversión sería debida a la existencia de externalidades en la producción, ya que los productores que invierten no pueden apropiarse todos los beneficios de la inversión que realizan; mientras que los productores que no invierte se ven beneficiados por la inversión que realizan otros productores (free-rider).

Para probar esta presunción se planteó un modelo teórico; del cual se llegó a la conclusión que cuando existe una “solución de mercado”, es decir, dejada libremente al arbitrio de los productores individualmente; la tasa de crecimiento de la inversión es en el largo plazo igual a cero; siendo la causa aparente de la subinversión en capital intrafinca la presencia de una externalidad, representada por la inversión en infraestructura hídrica al exterior de la explotación. Desde el punto de vista del productor individual, esta inversión se percibe fuera del ámbito de su decisión y por lo tanto es un dato. En este escenario, el capital privado de equilibrio puede cambiar de nivel al cambiar la inversión pública, pero su tasa de crecimiento de largo plazo seguirá siendo igual a cero,

Dada esta evidencia, la segunda hipótesis que se intentó probar es que el logro de “acuerdos cooperativos” (mediante acuerdos territoriales u otro tipo de arreglos institucionales), que faciliten la coordinación entre los productores; permitirá alcanzar niveles de inversión de largo plazo mayores a los que surgen cuando los agentes actúan sin coordinar colectivamente sus esfuerzos. De este modo, la solución se enfoca en tratar de “internalizar” este factor. Sin embargo, dadas las características de la inversión pública en infraestructura hídrica, esto sólo puede lograrse mediante la concreción de ciertos “arreglos institucionales”. Para ello se planteó una solución a través de un Contrato Social de Cuenca; que implica una acción activa por parte de la Autoridad de Cuenca, explotando las ventajas de la existencia de capital social en la

comunidad agrícola. Esta solución provoca una tasa de crecimiento positiva de la inversión intrafinca en el largo plazo, debido a que la inversión pública deja de ser una “externalidad” para las familias productoras, quienes acuerdan con la Autoridad de Cuenca el cumplimiento de una regla de racionalidad económica de inversión conjunta, pública y privada.

El presente trabajo tuvo además un objetivo de carácter “empírico”, ya que buscó contrastar las conclusiones arribadas en el modelo teórico con la evidencia surgida a partir de la inferencia estadística aplicada a los datos de una encuesta realizada entre regantes. Dado que los datos relevados por tal encuesta se referían a percepciones, esta información presentó dificultades a la hora de definir variables y aplicarlas en el marco teórico previamente descrito. Sin embargo, se definieron distintas variables tendientes a encontrar las causantes de los niveles de inversión intrafinca; o para dar mayor especificidad, la existencia de subinversión como se plantea en el modelo.

A pesar de las limitaciones de los datos; se pudieron extraer algunas conclusiones que tienden a validar el modelo planteado. En primer lugar, la inversión intrafinca se relaciona en forma positiva con el nivel de actividad económica. En segundo lugar, los resultados indican que la existencia de inversión pública actúa desincentivando la inversión privada, lo que verifica la presunción de que existe un nivel de inversión subóptimo al interior de las fincas. Esto es así dado que lo que importa es el servicio que brinda la inversión y no infraestructura en sí misma. Es decir, la mayor disponibilidad de agua que produce la inversión colectiva quita incentivos a invertir interiormente. Finalmente, se pudo concluir que la sola existencia de un capital social en el territorio no es suficiente para garantizar un nivel de inversión óptimo; sino que es una condición necesaria pero no suficiente para incrementar la inversión. En este sentido se hace necesaria la celebración de “arreglos institucionales” cuyo objetivo sea internalizar las externalidades e incrementar el nivel de inversión intrafinca hasta el punto en el cual se logre la eficiencia económica (en el sentido que las rentabilidades marginales de inversión pública y privada se igualen o a través de una “regla de inversión” socialmente acordada). Desde el punto de vista operativo, implica que la autoridad limitará los beneficios de la inversión colectiva (disponibilidad de agua) a la realización de inversiones al interior de la finca, mediante una regla (que en este trabajo se ha llamado “regla de inversión”).

A partir de los hallazgos del presente trabajo, se puede concluir que los pactos territoriales o arreglos institucionales coordinadores potencian los efectos sobre el crecimiento derivados de la existencia del capital social, y sobre el logro de un nivel de inversión privada socialmente óptimo.

Anexo

En este anexo se presenta en forma detallada la solución matemática a los planteos hechos en el texto principal de este trabajo.

I. Solución de mercado

Esta solución es la que llevan a cabo los productores agropecuarios en la cuenca de manera individual. La solución se presenta mediante el ejercicio de optimización de un “productor o familia productora representativa”. Dado que las decisiones de inversión son de naturaleza dinámica, se usará para su planteo y solución la técnica de “optimización dinámica”. Específicamente se usará la técnica de control óptimo diseñada por el equipo de matemáticos rusos liderados por L. Pontryagin [Véase Salai-i-Martin (2000), págs. 232-239].

a. Planteamiento del problema

La familia productora-consumidora representativa maximizará su función de bienestar $U(0)$ sujeta a las restricciones tecnológicas que enfrenta:

$$(A.1) \text{Max } U(0) = \int_0^{\infty} e^{-\theta t} \left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} \right) dt$$

Sujeto a:

$$(A.2) \dot{k}_i = Ak_i^{1-\alpha} k_x^\alpha e^u - \varphi - c - \delta k_i; \forall t$$

$$(A.3) \varphi = \dot{k}_x + \delta k_x; \forall t$$

$$k_i; k_x, c \geq 0; \forall t$$

$$k_{i,0}; k_{x,0}, c_0 \text{ dados}$$

$$(A.4) \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda k_i e^{-\theta t} = 0$$

La ecuación (A.1) implica que los productores tienen como objetivo optimizar el flujo de bienestar [$U(0)$] que el provoca el consumo [c] a lo largo de toda su vida. Esta ecuación es similar a una sumatoria de variables discretas descontadas a la tasa θ .

La ecuación (A.2) es la restricción que establece que el ahorro es igual a la inversión. En este caso, el ahorro está constituido por el ingreso disponible (ingresos de la producción menos el canon φ) menos el consumo. La inversión bruta a su vez está compuesta por el incremento en capital (la variable con el “punto” arriba implica un “incremental” o, términos técnicos, la derivada de la variable respecto del tiempo) más la inversión necesaria para reponer la depreciación. Ésta está representada por un porcentaje fijo (δ) de la inversión existente. Esta inversión es la que corresponde al capital interno o “inversión intrafinca”.

La ecuación (A.3) representa el canon de obra de la inversión pública en infraestructura hídrica (al exterior de las explotaciones agropecuarias). Este canon debe cubrir la inversión y los costos de mantenimiento (depreciación del capital externo existente). Las ecuaciones siguientes ponen restricciones sobre los valores iniciales y a lo largo de la vida de los productores del capital (público y privado) y del consumo.

Finalmente, la ecuación (A.4) representa la “condición de transversalidad”. Esta condición tiene varias interpretaciones. La primera es que el proceso de ahorro e inversión se hace para consumir más en el futuro. En el último momento, no tiene sentido invertir (porque no hay futuro adicional) y por lo tanto el valor del capital en ese momento (capital ponderado por su precio “sombra” o de eficiencia λ) es cero (expresado en términos de valor actual). La segunda

está relacionada con evitar inversiones especulativas de las del tipo “Ponzi” o, más modernamente, del tipo realizadas por Bernard Madoff.

b. Solución

Para la solución, la técnica del control óptimo utiliza una herramienta llamada “hamiltoniano” [Véase Salai-i-Martin (2000), págs. 232-239]. Para el presente problema el hamiltoniano es:

$$(A.5) H = e^{-\theta t} \left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} \right) + \lambda (A k_i^{1-\alpha} k_x^\alpha e^u - \varphi - c - \delta k_i)$$

Las condiciones de primer orden de la solución son:

$$(A.6) H_c = 0 \leftrightarrow e^{-\theta t} c^{-\sigma} = \lambda$$

$$(A.7) H_k = -\dot{\lambda} \leftrightarrow \lambda [(1-\alpha) A k_i^{-\alpha} k_x^\alpha e^u - \delta] = -\dot{\lambda}$$

Tomando logaritmos en (A.6) y diferenciando respecto al tiempo:

$$(A.8) -\theta - \sigma \frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{\lambda}}{\lambda}$$

Reemplazando (A.8) en (A.7) y rearmando la ecuación:

$$(A.9) \frac{\dot{c}}{c} = \gamma_c = \frac{1}{\lambda} \left[(1-\alpha) A \left(\frac{k_x}{k_i} \right)^\alpha e^u - (\delta + \theta) \right]$$

Donde γ_c significa tasa de crecimiento del consumo.

En el punto donde:

$$(1-\alpha) A \left(\frac{k_x}{k_i} \right)^\alpha e^u = (\delta + \theta)$$

se alcanza el llamado “estado estacionario”. En este punto, $\gamma_c=0$, lo que implica que la “tasa de crecimiento del consumo” es igual a cero. Además, en ese punto se alcanza el capital privado de equilibrio del estado estacionario k_i^* :

$$(A.10) k_i^* = k_x \left[\frac{(1-\alpha) A e^u}{\delta + \theta} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

Para un k_x dado, k_i es constante y, por lo tanto, su tasa de crecimiento es cero, $\gamma_{k_i}=0$. Asimismo, como el producto es función de k_x y k_i , también es constante, lo que implica que la tasa de crecimiento de $f(\cdot)=y$ es cero; es decir, $\gamma_y=0$.

En síntesis, para esta solución descentralizada, en el estado estacionario se cumple que $\gamma_c = \gamma_{k_i} = \gamma_{k_x} = \gamma_y = 0$.

II. Contrato Social de Cuenca

Esta solución implica una acción activa por parte de la Autoridad de Cuenca (AC), explotando las ventajas de la existencia de capital social en la comunidad agrícola. Para su implementación hace falta que todos los actores firmen un acuerdo, del tipo “Pacto Territorial” o “Acuerdo Social”, en la que se establecen todos los derechos y obligaciones de los actores de la cuenca. Para ello es necesario establecer las reglas que regirán el contrato (la más importante a los fines de este estudio será la “regla de inversión”) y las condiciones en las cuales se obligará a las partes a cumplir con las mismas.

a. Regla de inversión

Un contrato social de cuenca debe establecer todos los compromisos asumidos por parte de los actores de una cuenca. Estos pueden ser variados. Uno de ellos debe estar relacionado con el

logro de la eficiencia productiva. Esta eficiencia puede estar planteada en términos de la optimización de la producción. Esta optimización requiera que se invierta en cada uno de los tipos de capital (público y privado) hasta el punto en el cual se igualan sus productividades marginales¹⁹.

$$(A.11) (1 - \alpha)A \left(\frac{k_i}{k_x}\right)^\alpha e^u - \delta = \alpha A \left(\frac{k_x}{k_i}\right)^{1-\alpha} e^u - \delta$$

De esta igualdad, surge la “regla de inversión”:

$$(A.12) k_x = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} k_i$$

b. Planteo y solución

$$(A.13) \text{Max } U(0) = \int_0^\infty e^{-\theta t} \left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) dt$$

Sujeto a:

$$(A.14) \dot{k}_i + \dot{k}_x = A k_i^{1-\alpha} k_x^\alpha e^u - c - \delta(k_i + k_x); \forall t$$

$$(A.15) k_x = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} k_i$$

$$k_i; k_x, c \geq 0; \forall t$$

$$k_{i,0}; k_{x,0}, c_0 \text{ dados}$$

$$(A.16) \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda k_x e^{-\theta t} = 0$$

La ecuación (A.14) surge de reemplazar (A.3) en (A.2), ya que para la AC, bajo el imperio de un Contrato Social de Cuenca, la inversión pública deja de ser un dato, para ser una variable de control.

Para llegar a la solución, es necesario previamente reemplazar (A.15) en (A.14):

$$(A.17) \frac{1-\alpha}{\alpha} \dot{k}_x + \dot{k}_x = \frac{1}{\alpha} \dot{k}_x = A \left[\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) k_x\right]^{1-\alpha} k_x^\alpha e^u - c - \frac{\delta}{\alpha} k_x$$

Esto implica que la restricción para la AC es:

$$(A.18) \dot{k}_x = \alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} A k_x e^u - \alpha c - \delta k_x$$

El primer término de la restricción (A.18) se asemeja a una función de producción del tipo “Ak”, lo cual en términos productivos significa que el capital deja de tener rendimientos decrecientes [Véase Salai-i-Martin (2000), págs.51-55 y 127 a 134 y Rebelo (1991)]. Como veremos esto tiene efectos muy importantes sobre la tasa de crecimiento de la producción agrícola a largo plazo y sobre el proceso de acumulación del capital.

Con estos elementos ya estamos en condiciones de armar el “hamiltoniano” correspondiente.

$$(A.19) H = e^{-\theta t} \left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) + \lambda(\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} A k_x e^u - \alpha c - \delta k_x)$$

Las condiciones de primer orden de la solución son:

$$(A.20) H_c = 0 \leftrightarrow e^{-\theta t} c^{-\sigma} = \alpha \lambda$$

$$(A.21) H_k = -\dot{\lambda} \leftrightarrow \lambda[\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} A e^u - \delta] = -\dot{\lambda}$$

Tomando logaritmos a (A.20) y diferenciando respecto al tiempo:

$$(A.22) -\theta - \sigma \frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{\lambda}}{\lambda}$$

Reemplazando (A.22) en (A.21),

$$(A.23) \frac{\dot{c}}{c} = \gamma_c = \frac{1}{\lambda} [\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} A e^u - (\delta + \theta)]$$

Dado que este trabajo está referido a las inversiones nos interesa saber cuál es su comportamiento a lo largo del tiempo. Dividiendo (A.14) por k_i , tenemos:

$$(A.24) \frac{\dot{k}_i}{k_i} + \frac{\dot{k}_x}{k_x} \frac{k_x}{k_i} = A \left(\frac{k_x}{k_i} \right)^\alpha e^u - \frac{c}{k_i} - \delta \left(1 + \frac{k_x}{k_i} \right)$$

Recordando la función de producción (1)

$$(1) F(A, K_i, k_x, L, e^u) = A K_i^{(1-\alpha)} L^\alpha k_x^\alpha e^u = y$$

Y que,

$$\frac{\dot{x}}{x} = \gamma_x$$

Es decir, la tasa de crecimiento de cualquier variable x , tomando logaritmos de (1) y diferenciando respecto al tiempo, nos queda

$$(A.25) \gamma_y = (1 - \alpha)\gamma_{k_i} + \alpha\gamma_{k_x}$$

Pero, de (A.15), [tomando logaritmos y diferenciando respecto del tiempo], tenemos

$$(A.26) \gamma_{k_i} = \gamma_{k_x} = \gamma_k$$

Reemplazando (A.26) en (A.25),

$$(A.27) \gamma_y = (1 - \alpha)\gamma_k + \alpha\gamma_k = \gamma_k$$

Por lo tanto, por la regla de inversión, la tasa de crecimiento del producto (y) es igual a la tasa de crecimiento de cada uno de los stocks de capital.

Asimismo, reemplazo (A.15) en (A.24) y considerando (A.27),

$$(A.28) \gamma_k \left[1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right] = A \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^\alpha e^u - \frac{c}{k_i} - \delta \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)$$

Dado que en estado estacionario, el primer miembro de (A.28) es constante y el primer y último término del segundo miembro también son constantes, nos queda que necesariamente,

$$(A.29) \frac{c}{k_i} = \text{constante}$$

Por lo tanto, [y utilizando el resultado de (A.27)],

$$(A.30) \gamma_c = \gamma_{k_i}$$

Por lo tanto, (A.23) puede re-expresarse como la tasa de crecimiento del capital privado a lo largo del tiempo,

$$(A.31) \gamma_{k_i} = \frac{1}{\lambda} [\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} A e^u - (\delta + \theta)]$$

Esta tasa es positiva siempre que el primer término del corchete sea mayor que el segundo. Por lo tanto, en la solución a través de un Contrato Social de Cuenca,

$$(A.32) \gamma_{k_i} > 0$$

Referencias bibliográficas

- COLEMAN, James S. (1988), *Social Capital in the Creation of Human Capital*, The American Journal of Sociology, Vol. 94, Supplement: Organizations and Institutions: Sociological and Economic Approaches to the Analysis of Social Structure. (1988), pp. S95-S120
- COVIAR (2016), *Análisis Integral de la Vitivinicultura Argentina. Nuevos Escenarios y Acciones Público Privadas*, Corporación Vitivinícola Argentina, Mendoza. [Ese trabajo fue realizado y escrito por Carlos Fiochetta, Raúl Mercau, Guillermo Oliveto y Daniel Rada]
- BRANSON, William H. (2001), *Teoría y política macroeconómica*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- FAO (2015), *Estudio del Potencial de Ampliación del Riego en Argentina*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina, Buenos Aires [Este trabajo fue preparado por un equipo formado por: Celia López, Esteban Parra, Federico Perinetti, Florencia Zunino, y Raúl Mercau, bajo la coordinación general de Luis Loyola, Oficial Técnico de Apoyo a las Inversiones (TCIC) de FAO].
- GIBBONS, Robert (1993), *Un primer curso de teoría de juegos*, Antoni Bosch, Madrid.
- HELLIWELL, John F. y Robert D. PUTMAN (1995), *Economic growth and social capital in Italy*, Eastern Economic Journal, Vol. 21, No. 3, Summer 1995
- KAHNEMAN, Daniel (2011), *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Strauss and Giroux, New York.
- KRUGMAN, Paul, Robin WELLS y Martha OLNEY (2007), *Fundamentos de Economía*, Ed. Reverté.
- MERCAU, Raúl; Lucio DUARTE y Paula EISENCHLAS (2008); *Estudio de Caso: Argentina. Inversión en infraestructura en Mendoza: Una evaluación desde la perspectiva territorial*, en MOHOR (2008).
- MERCAU, Raúl (2007), *Sinergias, complementariedades y externalidades de los ‘Pactos Territoriales’*, mimeo. Departamento General de Irrigación, FAO (Naciones Unidas), mimeo, Mendoza.
- MERCAU, Raúl (2013a), *Expansión de áreas bajo riego en Argentina: una nota sobre inversión en infraestructura hídrica pública e inversión intrafinca*, Universidad Nacional de Cuyo, mimeo, Mendoza.
- MERCAU, Raúl (2013b), *Una nota sobre las externalidades de las inversiones en riego tecnificado en las fincas*, Universidad Nacional de Cuyo, mimeo, Mendoza.
- y SUONI, Andrea (2012), *Capital Social, Crecimiento y el valor de la acción política*, en Jornadas de Ciencias Económicas 2012, Facultad de Ciencias Económicas UNCUIYO, Mendoza.
- y SUONI, Andrea (2014), *El Capital Social como optimizador de las estrategias de Desarrollo Territorial*, en Jornadas de Ciencias Económicas 2014, Facultad de Ciencias Económicas UNCUIYO, Mendoza.
- MOHOR, Selim, Ed. (2008); *Programas y Proyectos. Enfoques de desarrollo territorial en proyectos de inversión. Estudios de casos*. Programa de Cooperación FAO/Banco Mundial, Servicio de América Latina y el Caribe, División del Centro de Inversiones, Chile.
- PUTMAN, Robert (1993), *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*. Princeton: Princeton University Press.
- ROMER, Paul M. (1986), *Increasing Returns and Long-Run Growth*, Journal of Political Economy, 94, 5 (octubre), 1002-1037.
- SALA-I-MARTIN, Xavier (2000), *Apuntes de crecimiento económico*, Antoni Bosch, Madrid.
- SOTO BAQUERO, Fernando, BEDUSCHI FILHO, Luiz y FALCONI, César, editores (2007), *Desarrollo Territorial Rural. Análisis de experiencias en Brasil, Chile y México*, FAO y BID, Santiago de Chile.

Fuentes de datos secundarias:

<http://www.deie.mendoza.gov.ar>; www.prosap.gov.ar; <http://www.ftyc.gob.ar/>

¹ El problema de la inversión en tecnología de riego al interior de las fincas se puede también abordar utilizando los conceptos aportados por la “teoría de juego”; que pone sobre la mesa los problemas de los “juegos no cooperativos” y los “juegos cooperativos”. Siguiendo este razonamiento, la conclusión más directa a la que se aborda es que un juego no cooperativo, del tipo que desarrolla el mercado, da como resultado una situación que es “sub-óptima”. Se deja para trabajos posteriores el abordaje utilizando los conceptos de teoría de juegos para modelizar las decisiones sobre inversión privada en riego tecnificado que se adoptarían si es dejado al arbitrio del mercado; y evaluar las distintas opciones que existen para acercar los beneficios y costos privados a los sociales [Para una introducción al tema de “Teoría de Juegos” ver Gibbons, Robert (1993)].

² Para un tratamiento de los “Pactos Territoriales” véase Mohor (2008). Una aplicación al caso argentino se presenta en Mercau, Duarte y Eisenchlas (2008), con fundamentos en la literatura sobre capital social. Entre los ejemplos clásicos puede consultarse Coleman (1988), Helliwell y Putman (1995) y Putman (1993).

³ MERCAU, Raúl; Lucio DUARTE y Paula EISENCHLAS (2008); Estudio de Caso: Argentina. Inversión en infraestructura en Mendoza: Una evaluación desde la perspectiva territorial, en MOHOR (2008). Pág 1.

⁴ Se puede dar el caso que cada productor que invirtió lo haya hecho en más de un tipo de inversión.

⁵ El concepto de homogeneidad de grado uno significa que si los factores se multiplican por un escalar la producción total resultante es igual a la inicial multiplicada por el mismo escalar. Esta propiedad sirve, como veremos para poder expresar a la producción en términos per cápita. Es decir, si el escalar es $1/L$, al multiplicarse la producción por este escalar se transforma en “producción per cápita” o más correctamente, “por trabajador”.

⁶ Estas propiedades se conocen como “condiciones de Inada”. Ver Sala-i-Martin (2000), página 14.

⁷ Para una crítica interesante sobre la “racionalidad económica” véase Daniel Kahneman (2011).

⁸ Esta condición se llama “de transversalidad” y exige que en el valor actual del capital del último período ponderado por su precio sombra sea igual a cero. Los procesos especulativos no son nuevos y se conocen como el método Ponzi. Véase el anexo para el planteo de esta restricción.

⁹ Se define como “estado estacionario” aquel estado en los modelos dinámicos donde la tasa de crecimiento de todas las variables es constante, ya sea cero o distinta de cero.

¹⁰ Como puede apreciarse se ha considerado que la tasa de depreciación del capital “interno” y “externo” es igual para ambas. Esto se ha hecho con fines de simplificación.

¹¹ Para mayor detalle de los proyectos analizados ver MERCAU, Raúl, DUARTE, Lucio y EISENCHLAS, Paula, (2008), “Inversión en infraestructura en Mendoza: Una evaluación desde la perspectiva territorial”, en Programa de Cooperación FAO/Banco Mundial. Servicio de América Latina y el Caribe. División del Centro de Inversiones “Programas y Proyectos. Enfoques de desarrollo territorial en proyectos de inversión. Estudios de caso”. Pág 13 y 14.

¹² Ya se ha visto que las funciones de producción dependen además de la tecnología (o técnicas de producción disponibles por los productores) y de la influencia de los factores climáticos; que son tratados en este trabajo como variables exógenas, en el sentido que los productores no pueden influir sobre ellas.

¹³ Es útil recordar que desde el punto de vista económico, el capital “interno” y el trabajo son las únicas variables de “control” por parte de los productores.

¹⁴ Para mayor detalle sobre la conformación de las funciones de inversión, ver BRANSON, William H. (2001), *Teoría y política macroeconómica*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires. Capítulo XI.

¹⁵ Dado que la existencia de acuerdos son difíciles de medir en una variable que pueda ser extraída de la encuesta; se utilizó como variable proxy los resultados de un ejercicio contrafactual, a partir del cual se trata de suponer cuáles serían los progresos económicos si existiera un arreglo institucional coordinador como el pacto territorial.

¹⁶ Este efecto se logra por el hecho que un tipo de arreglo institucional de estas características, permitiría la maximización de la producción al punto en el cual se igualen las productividades marginales de las inversiones externas e internas (mediante el establecimiento de una “regla de inversión” socialmente pactada). Para su implementación hace falta que todos los actores firmen un acuerdo, del tipo “Pacto Territorial” o “Acuerdo Social”, en el que se establecen todos los derechos y obligaciones de los actores de la cuenca; y es necesario establecer las reglas que regirán el contrato (regla de inversión) y las condiciones en las cuales se obligará a las partes a cumplir con las mismas.

¹⁷ En el caso del Modelo Probit no se incluyeron entre las variables explicativas las variables dicotómicas expectativas económicas, conjuntura económica, concreción y/o avance de la inversión pública y financiamiento, porque el resultado era una matriz singular. En su lugar se utilizaron otras variables como las mejoras productivas o las mejoras en infraestructura.

¹⁸ No se verifica la existencia de heterocedasticidad (medida a través de la aplicación del Test de White); ni de autocorrelación (a través del contraste de Durbin Watson).

¹⁹ Estas productividades se obtienen derivando respecto a cada uno de los tipos de capital la ecuación (1) de la parte principal.