

Repercusiones socioeconómicas de la nueva política forestal Argentina. Aplicación a la provincia de Santiago del Estero

CORONEL DE RENOLFI, MARTA (*), ORTUÑO PÉREZ, SIGFREDO FRANCISCO (**) Y FULLANA BELDA, CARMEN (***)

(*)*Cátedra de Economía y Administración Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200. Santiago del Estero (Argentina).* (**) *Departamento de Economía y Gestión Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040. Madrid (España).* (***) *Departamento de Gestión Financiera. Universidad Pontificia de Comillas. Alberto Aguilera, 23. 28015 Madrid, (España).*

Tfo. (**)913 365 560, (***)915 422 800 - E-mail: (*)mrenolfi@unse.edu.ar; (**) sigfredo.ortuno@upm.es; (***) c.fullana@cee.upcomillas.es

RESUMEN

Los beneficios de los programas de promoción forestal desarrollados en Argentina a partir de 1990, fueron desaprovechados en la provincia de Santiago del Estero, a pesar de disponer de amplias superficies con aptitud forestal en zonas de secano y de regadío, debido a una insuficiencia de información y, consecuentemente, a la escasez de respuesta de los productores. Los objetivos de este trabajo son: a) analizar las repercusiones socioeconómicas que generó dicha política. b) evaluar la respuesta de los productores a tales incentivos. Para ello, se tomaron datos de campo procedentes de una encuesta estructurada, aplicada a una muestra de 152 explotaciones agrarias pertenecientes al área de riego del Río Dulce. La información recogida se resumió identificando las explotaciones tipo o representativas de la zona, y se diseñaron y resolvieron modelos matemáticos de optimización económica en cada una de ellas. Los resultados obtenidos parecen indicar que la política forestal de incentivos en Santiago del Estero debe ser replanteada.

Palabras clave: Política forestal, subsidios forestales, desarrollo económico.

Socio-economic repercussions of the present forest politics in Argentina. An application to the province of Santiago del Estero

ABSTRACT

The benefits of forest incentives developed in Argentina throughout the 1990s, have not been taken advantage in the province of Santiago del Estero, despite its large surface for forestry uses in both irrigable and dry areas, due to a lack of information and, therefore, a low-level of response of the producers. This paper pursues two aims: a) analyze the social and economic consequences of this politics. b) evaluate the response of producers in Santiago del Estero to those incentives. To do that, field data from a structured poll, applied to a sample of 152 agrarian exploitations belonging to the irrigation area of Río Dulce, were collected. This information was summarized identifying the representative exploitations in the area, and mathematical models of economic optimization were designed and solved for each one. The results obtained suggest that the forest politics of incentives in Santiago del Estero, should be reconsidered.

Keywords: Forest policy, subsidies, economic development.

JEL classification: Q12 y Q18.

Artículo recibido en Junio de 2006 y aceptado para su publicación en Marzo de 2007.

Artículo disponible en versión electrónica en la página www.revista-eea.net, ref.: e-25211.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de los años 90, el Gobierno de la República Argentina ha demostrado un interés real por el Sector Forestal, brindando una serie de herramientas legales y económicas para favorecer su crecimiento. Entre los instrumentos más importantes de promoción forestal se encuentran el Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales (RPPF), la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados y la Ley 25.509 del Derecho Real de Superficie.

En el año 1992, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación (SAGPyA) implementó el RPPF para promocionar la implantación de bosques cultivados en todo el territorio nacional, por medio del pago de subsidios a los forestadores. Este régimen tuvo vigencia desde entonces hasta 1999, año en el que la Ley 25.080 incorporó entre sus beneficios la subvención a las actividades forestales.

Sin embargo, los beneficios de estos instrumentos de política forestal no fueron bien aprovechados en Santiago del Estero, a pesar de disponer de amplias superficies con aptitud forestal. De este modo, se ha perdido y se está perdiendo la oportunidad de incrementar la superficie de plantaciones en dicha Provincia.

Los objetivos de este trabajo son dos: a) analizar las repercusiones socioeconómicas que generó la política forestal de incentivos a nivel nacional. b) evaluar la respuesta de los productores del área de regadío de Santiago del Estero a tales incentivos.

Para ello, comenzaremos analizando las características de esta provincia en el marco de referencia, así como el papel que en este contexto desempeñan los instrumentos de promoción forestal. A continuación, una vez ubicada el área de estudio, se tipificarán las explotaciones y, por último, se procederá a plantear y resolver los correspondientes modelos de optimización matemática.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. La provincia de Santiago del Estero en el contexto nacional Argentino

Santiago del Estero, la más antigua de las provincias argentinas, se encuentra ubicada en la región semiárida de Argentina. Desde el punto de vista geopolítico, la provincia pertenece a la región del noroeste argentino (NOA). Posee una superficie de 136 351 km², que representa el 3,6% del territorio nacional. La Figura 1 ubica a la provincia de Santiago del Estero en el territorio de la República Argentina.

Figura 1. Ubicación de la provincia de Santiago del Estero en la República Argentina



Fuente: FCF-UNSE. 2003. Archivos del Laboratorio de Percepción Remota. Argentina

Santiago del Estero es una de las provincias de menor desarrollo relativo del país. Su dinámica económica está fuertemente centralizada, con gran dependencia del gasto público. Los índices demográficos y sociales también explican su escaso nivel de desarrollo, como se puede apreciar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores demográficos y sociales de Argentina y de Santiago del Estero

Indicadores	Total País	Santiago del Estero
Población (habitantes)	36 260 130	804 457
Densidad (hab./km ²)	9.7	5.9
Tasa de crecimiento demográfico (‰)	11.0	18.4
Tasa bruta de natalidad (‰)	18.2	21.1
Tasa bruta de mortalidad (‰)	7.6	6.1
Población bajo línea de pobreza (%)	40.2	58.9
Población bajo línea de indigencia (%)	15.0	31.1
Tasa de analfabetismo (%)	4.0	9.5
Tasa de desocupación (%)	12.6	11.8
Producto Interior Bruto	148 494 US \$	0.8% del nacional

Fuente: INDEC. Ministerio de Economía Argentino, 2004.

2.2. El sector forestal argentino

A nivel de Cuentas Económicas Nacionales, el sector forestal argentino está incluido en el Sector Agropecuario y su participación en la economía representa el escaso aporte del 2% del Producto Interno Bruto.

El recurso forestal argentino está compuesto por aproximadamente 40 millones de hectáreas de bosques, de las cuales sólo unas 780 400 hectáreas corresponden a plantaciones, de acuerdo a las cifras obtenidas en el primer Inventario Nacional de Plantaciones Forestales de 1998 (SAGPyA, 2001). En el Cuadro 2 se observan los datos de la producción forestal de Argentina, para los años 1980, 1990, 2000 y 2003.

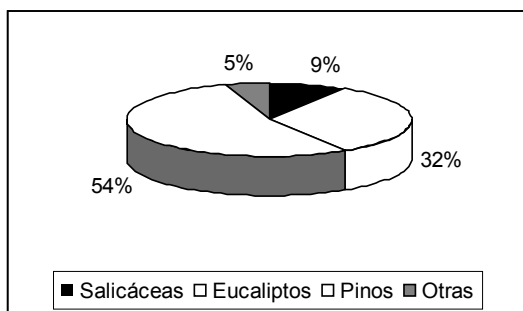
Cuadro 2. Producción forestal argentina. Años 1980, 1990, 2000 y 2003

Años	Madera en rollo (miles m ³ sc)		Leña (miles m ³ sc)	Madera aserrada (miles m ³ sc)	Tableros (miles m ³)	Pastas de madera (miles tn)	Papel y cartón (miles tn)
	Coníferas	Fronchosas					
1980	1222	3565	5592	908	392	387	789
1990	2043	4444	4332	1446	386	605	891
2000	2319	2320	1103	s/d	754	616	978
2003	3557	1778	3972	2130	692	806	1394

Fuente: Anuario de Estadística Forestal. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Dirección de bosques. Buenos Aires, Argentina (1980 a 2003).

De los bosques nativos de la extensa geografía de Argentina se extraen, principalmente, madera para la producción de rollizos, leña, poste, carbón y traviesas. Dichos bosques están fundamentalmente conformados por especies latifoliadas y en general producen escasa cantidad de materia prima, a pesar de que algunas formaciones tienen un alto potencial productivo. Esto se debe a varias razones. Durante toda la historia del aprovechamiento forestal de estos bosques, no se han realizado en el país suficientes inversiones en silvicultura. El aprovechamiento se ha limitado a la extracción de aquellos productos para los que había mercado y grandes superficies han sido transformadas en campos de cultivo agrícola o de pastoreo.

Al contrario de lo que ocurre con los bosques nativos, las plantaciones del país, representadas por especies exóticas de rápido crecimiento, se encuentran en un período de rápida expansión. El trabajo del inventario de plantaciones forestales del año 1998 estimó un volumen comercial de existencias (sin corteza, hasta 10 cm en punta fina) de algo más de 94 millones de m³ (SAGPyA, 2001). Este volumen está concentrado en las provincias de la Mesopotamia (Misiones, Corrientes y Entre Ríos) y Buenos Aires, las cuales suponen más del 89% del volumen comercial total implantado. En cuanto a los grupos de especies, casi el 90% de las forestaciones son de pino o eucalipto (SAGPyA, 2001). La Figura 2 permite visualizar la participación de los grupos de especies en el volumen comercial implantado.

Figura 2. Volumen comercial de plantaciones, según grupos de especies (en porcentaje)

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de SAGPyA, 2001

El volumen medio de madera cortada anualmente proveniente de las plantaciones, es de 5.6 millones de m³, siendo este valor inferior al crecimiento anual del bosque que equivale a aproximadamente unos 8.06 millones de m³ (SAGPyA, 2001). Esto significa que el país se está capitalizando al aumentar su cantidad de materia prima y que el recurso forestal que proviene de las forestaciones se está manejando de forma sostenible.

La República Argentina posee además 5 millones de hectáreas de tierras con aptitud forestal que no compiten con otras actividades agropecuarias. Muchas de estas tierras se encuentran con las condiciones de suelo y clima necesarias para proporcionar altos rendimientos madereros. Por otra parte, el bajo precio por hectárea y los diversos incentivos gubernamentales, sirven para fomentar el rápido crecimiento del recurso forestal implantado.

Con respecto al comercio internacional, Argentina tiene una balanza comercial negativa, con una fuerte concentración del déficit en productos de madera, pasta, papel y cartón y productos editoriales y de impresión. A partir de la devaluación de la moneda argentina, en el año 2002, las importaciones se redujeron y con la ganancia de competitividad en el mercado internacional, las exportaciones crecieron. La composición de las exportaciones fue cambiando a través del tiempo: mientras que en 1992 las exportaciones se componían principalmente de rollizos, en 2002 se exportaron tableros, pulpa, papel y cartón y madera aserrada (SAGPyA, 2002).

2.3. Los instrumentos de promoción forestal

Los mecanismos de promoción de la actividad forestal puestos en marcha por el Estado desde la década de los años 90 son el Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales, la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados y la nueva Ley 25.509 de Derecho Real de Superficie Forestal.

El Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales (RPPF) estuvo vigente entre los años 1992 y 1999, con el objetivo de incrementar la superficie forestada, aumentar la productividad de las plantaciones, propiciando la utilización de material genético de buena calidad, y mejorar la calidad del producto obtenido (SAGPyA, 1992). Los beneficios del régimen consistían en otorgar apoyo económico no reintegrable a los forestadores que lograran plantaciones por medio de un manejo silvícola adecuado.

En el aspecto social, este régimen de promoción favoreció la diversificación de las actividades productivas que realizan los pequeños productores, ya que complementa y no compite con otras producciones agropecuarias, demandando además mano de obra de distintos grados de especialización, principalmente en zonas donde la oferta de trabajo es escasa.

La experiencia recogida durante esos años demostró que, si bien la existencia de plantaciones es una condición necesaria, no garantiza por si misma la radicación de industrias, ya que las decisiones empresariales están muy condicionadas por el entorno económico y jurídico prevaleciente.

En ese contexto, la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados del año 1999, presenta una mejora en el objetivo del régimen de incentivos, al incluir en su esfera de acción los proyectos foresto-industriales. La ley crea un régimen de promoción para las inversiones forestales y foresto-industriales que comprende, desde la obtención de la semilla, la implantación del bosque, su manejo y las actividades de investigación, hasta la industrialización de la madera producida, siempre que el proceso forme parte de un emprendimiento foresto-industrial integrado. Esta ley introduce el nuevo paradigma de promocionar proyectos que integran la producción del bosque con la industrialización de su madera, otorgando importantes incentivos a los nuevos emprendimientos forestales y a la ampliación de los bosques existentes, así como a los proyectos foresto-industriales que incluyen la generación de nuevos bosques (Ley 25.080, 1999).

Por su parte, la reciente Ley 25.509 posibilita forestar en tierras arrendadas, o bien adquirir la propiedad de plantaciones en un inmueble ajeno. Esta nueva norma, denominada Ley del Derecho Real de Superficie Forestal, fue sancionada en el año 2001 y habilita tratar separadamente los derechos del propietario de un inmueble forestado y los del forestador (propietario de la plantación). El derecho real de superficie forestal es un derecho temporal sobre la cosa propia, que otorga el uso, goce y disposición jurídica de la superficie de un inmueble ajeno con la facultad de realizar forestación y hacer propio lo plantado o adquirir la propiedad de plantaciones ya existentes (Ley 25.509, 2001).

2.3.1. Efectos socioeconómicos del sistema de promoción forestal

Si bien los beneficios de la Ley 25.509 aún no pueden cuantificarse, son destacables las repercusiones económicas y sociales que a nivel de país han generado los otros dos instrumentos de promoción forestal. Los impactos se han visto reflejados no sólo en el aumento del stock maderable, sino también en el campo laboral y en el ámbito de las inversiones, como a continuación se pondrá de manifiesto.

• Generación de inversiones

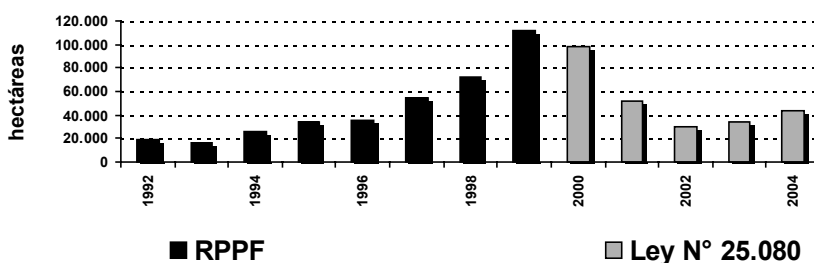
En los últimos años el negocio forestal tuvo un cambio notorio en Argentina. Desde 1992 hasta 2004 se recibieron inversiones por unos 5.200 millones de dólares en el sector foresto-industrial (SAGPyA, 2004), esperándose para la próxima década cerca de 4.000 millones de dólares a invertir (ADI-SAGPyA, 2001).

• Incremento de la superficie forestada

Las ventajas de los sistemas de promoción forestal llevaron a desarrollar un importante volumen de madera disponible para el consumo interno de las industrias y para la exportación. Las 780 400 hectáreas de plantaciones representan un volumen

maderable de 94 millones de m³ y actualmente proveen más del 95% de la materia prima industrial del país (SAGPyA, 2001). No obstante, esta superficie es modesta en relación con el stock de tierras aptas para la forestación disponible. El análisis de la evolución de la superficie forestada en el país (Figura 3) muestra el carácter creciente de la misma entre 1992 y 1999 con el RPPF. Una vez en vigencia la Ley 25.080, la tasa de forestación disminuye entre los años 2000 y 2002, debido a la crisis financiera y devaluación monetaria. En 2002-2003 se detiene la caída en los niveles de plantación y se comienza a percibir una recuperación durante el 2004.

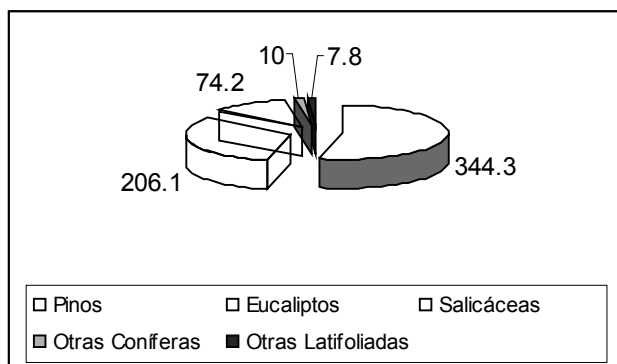
Figura 3. Superficie plantada anualmente con el Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales (1992-1999) y con la Ley 25.080 (2000-2004)



Fuente: SAGPyA, 2004

Según los datos del inventario forestal de 1998, la superficie de plantaciones en macizos se concentra fundamentalmente en las provincias de la Mesopotamia y Buenos Aires. Hay un predominio de pinos sobre el resto de las especies tales como eucaliptos, salicáceas y otras latifoliadas (Figura 4).

Figura 4. Superficie de plantaciones en el país, por grupos de especies (en miles de ha)



Fuente: SAGPyA, 2001

- **Creación de puestos de trabajo**

Se estima que el sector foresto-industrial, generó al final de la década de los años 90 cerca de 90 000 empleos directos y aproximadamente 300 000 empleos indirectos (SAGPyA, 2001).

En convenio con la SAGPyA, y en concordancia con el RPPF, la Secretaría de Empleo y Formación Profesional del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de la Nación llevó adelante entre 1995 y 1998 el Programa Nacional de Forestación Intensiva *Forest Ar*. Mediante un ágil mecanismo, este programa permitió la creación de numerosos puestos de trabajo para cabezas de familia con cargas familiares, en tareas de vivero, implantación, manejo y explotación de bosques, así como otras actividades forestales primarias. De este programa se han visto beneficiados unos 33 000 individuos (SAGPyA, 2001).

En el marco del Plan de Desarrollo Forestal de la SAGPyA, se estima que si se foresta a un ritmo de 200 000 hectáreas por año, se crearán alrededor de 100 000 nuevos puestos de trabajo anuales, teniendo en cuenta que, ya actualmente, el sector forestal ocupa más mano de obra que el sector de la construcción. El desarrollo forestal tiene una especial significación para las economías regionales, en relación a las que Argentina tiene 15 millones de hectáreas que no compiten ni con la agricultura ni con la ganadería, por cuanto se localizan en zonas marginales del país (SAGPyA, 2001).

2.3.2. La política de promoción forestal en Santiago del Estero

La producción del bosque implantado en Santiago del Estero es incipiente, pero se cuenta con amplias zonas de riego y áreas de secano, con grandes aptitudes forestales para la implantación de especies de crecimiento rápido y de gran valor económico. Las superficies disponibles en el territorio provincial, potencialmente aptas para la realización de plantaciones, son las siguientes: 120 000 hectáreas en el área de riego del Río Dulce, 100 000 hectáreas en las riberas del Río Salado, 100 000 hectáreas en la zona este y otras 100 000 en zonas dispersas de la provincia (SEPyD, 1992).

Durante la vigencia del régimen de incentivos forestales, la SAGPyA promocionó en la provincia de Santiago del Estero las especies de eucalipto (*Eucalyptus sp*) y paraíso (*Melia sp*), en las zonas de secano, y de álamo (*Populus sp*) en las zonas de regadío.

La escasa superficie que se logró forestar en la provincia hasta 1998, haciendo uso del Régimen de Promoción, fue de 4202 ha (DEAyF, 2000), de las cuales el 55% corresponde a forestaciones con álamo en las áreas de regadío.

Subsecuentemente, la aprobación de la Ley Nacional 25.080 dio lugar a la Ley Provincial 6466 de adhesión en 1999. Según el informe de la Dirección de Economía Agropecuaria y Forestal de Santiago del Estero (DEAyF, 2004), desde 1999 hasta 2004, la provincia ha recibido numerosos planes de forestación en el marco de los

beneficios económicos e impositivos que prevé la Ley 6466. Los proyectos de forestación presentados totalizan unas 17.302 ha, de las cuales se han concretado hasta el presente solo 993 ha.

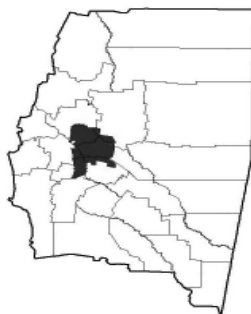
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La zona seleccionada para el estudio es el área de riego del Río Dulce de la provincia de Santiago del Estero. Esta zona está localizada en el centro-oeste de la provincia, entre las coordenadas 27° 25' y 28° 15' de latitud sur, y 63° 50' y 64° 20' de longitud oeste a ambas riberas del río. El área de riego ocupa una superficie de aproximadamente 300 000 hectáreas, corresponde a la región agropecuaria de mayor concentración en la provincia y genera el 60% del Producto Bruto Regional (UESRRD, 1992).

En el área de estudio se registra el más alto número de forestaciones realizadas bajo el sistema de subsidios (DEAyF, 2000). El área de riego del Río Dulce se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Localización del área de riego del Río Dulce en Santiago del Estero



Fuente: FCF-UNSE. 2003. Archivos del Laboratorio de Percepción Remota. Argentina

3.2. Datos de partida y metodología aplicada

Los datos de campo fueron recogidos, a lo largo del año 2003, mediante la realización de una encuesta estructurada, aplicada a una muestra de 152 explotaciones agrarias pertenecientes al área de riego del Río Dulce. Dicha muestra fue seleccionada al azar, sobre la imagen de satélite del área de estudio, utilizando el método de muestreo por conglomerado en dos etapas (González García *et al.*, 1993). Las variables incluidas en la encuesta (un total de 52) se agruparon en cuatro clases distintas: socioeconómicas, estructurales, de gestión productiva y de sostenibilidad ecológica.

La información recogida fue resumida identificando las 4 explotaciones tipo o representativas de la zona, para cada una de las cuales se diseñaron y posteriormente resolvieron, modelos matemáticos de optimización económica. En todos los modelos se incluyó la actividad de forestación como una opción más a evaluar, bajo el supuesto de que el productor se acoge a los beneficios del subsidio de promoción forestal (720\$/ha, en la zona de riego) y que no está dispuesto a destinar más allá del 30% de la superficie total de la explotación. De este modo, se evaluó la viabilidad técnica y económica de esta alternativa productiva, determinando si la actividad ha de ser incluida en el plan óptimo y en cuál de las explotaciones tipo es factible de ser llevada a cabo.

A fin de determinar las explotaciones tipo o representativas, las explotaciones agrarias fueron clasificadas y tipificadas (Escobar y Berdegú, 1990) utilizando el análisis estadístico multivariante. A partir de los datos de la encuesta, se seleccionaron variables descriptoras y se redefinieron variables sintéticas o factores, de manera que, sin perder información del conjunto, se pudiera reducir la dimensión del problema. La redefinición de los factores aglutinantes se hizo aplicando el análisis factorial (Manly, 1986; Afifi y Clark, 1999); para clasificar la muestra en grupos homogéneos de explotaciones, se utilizaron las técnicas del análisis de grupo o análisis *cluster* (De Olivera *et al.*, 1990; Afifi y Clark, 1999). Existen trabajos similares de tipificación aplicando el análisis multivariante, tales como Rodríguez Ocaña *et al.*, 1998; Jenkins y Anderson, 2003; McKenna, 2003, entre otros. La tipificación con estadística multivariada ha sido escasamente aplicada en el sector agrario de la provincia, siendo los trabajos de Álvarez y Paz (1997), Montenegro (2000), Radrizzani (2000) y Paz (2002) algunas de las pocas incursiones en el tema.

Para cada explotación representativa, se diseñó un modelo matemático y se resolvió el correspondiente problema de optimización. A tal fin, se utilizaron las técnicas de la programación lineal (Schrage, 1999; Frank, 2001; Rehman, 2001), cuya aplicación a estos entornos está avalada por varios trabajos anteriores a este¹.

En la construcción de los modelos representativos de cada explotación, fue necesario: 1) establecer la función objetivo, bajo un principio maximizador. 2) calcular los coeficientes técnicos de las diferentes alternativas de producción. 3) determinar las restricciones impuestas por la limitación de los recursos que dispone el productor. Para cada actividad alternativa se calcularon los coeficientes insumo-producto y el ingreso que agrega o los costes que genera cada unidad de la actividad. El ingreso se midió por el margen bruto de la actividad productiva y, en relación a los costes (de las actividades que aportan recursos), se consideraron los directos.

¹ Donini y Barbiroli, 1997; Gargano *et al.*, 1999; Lam y Moy, 2003, entre otros.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del procesamiento de las encuestas ofrecieron la información necesaria para evaluar la respuesta de los productores de la zona de riego de Santiago del Estero al régimen de subsidios a la forestación.

4.1. La respuesta de los productores del área de regadío

Las respuestas a las encuestas de los productores del área de regadío de Santiago del Estero, permitieron perfilar un diagnóstico de la situación. El procesamiento estadístico de los datos recogidos en dichas encuestas reveló los siguientes resultados:

- **Orientación productiva**

Los productores de la muestra fueron clasificados en función de su orientación productiva: agricultura, ganadería, forestación o actividad mixta. Los resultados señalan que el 60% tiene a la agricultura como actividad principal, el 10% se dedica exclusivamente a la ganadería y el 30% restante realiza actividades mixtas (agropecuarias). Con respecto a las actividades de producción forestal, ninguno de ellos incluye a la forestación como estrategia productiva exclusiva, sino más bien como complementaria de su actividad principal.

- **Conocimiento de la vigencia del régimen de subsidios**

El 75% de los productores entrevistados desconoce la existencia de los beneficios de forestar con subvenciones del Estado.

- **Forestación subsidiada**

Solo el 5% de la muestra respondió a los estímulos de la subvención del Estado para forestar, que corresponde a 8 productores que destinan alguna porción de su campo a la plantación de especies forestales tales como álamos, eucaliptos o algarrobos.

4.2. Las explotaciones representativas

Los resultados obtenidos mediante el agrupamiento, permitieron identificar cuatro explotaciones-tipo o representativas de la zona de estudio, descritas y tipificadas por las características cuantitativas y cualitativas de su grupo de referencia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Caracterización de las cuatro explotaciones-tipo

Aspectos/ Explotación	Explotación- tipo 1	Explotación-tipo 2	Explotación- tipo 3	Explotación- tipo 4
Superficie	700 ha	150 ha	50 ha	80 ha
Sistema productivo	Agricultura exclus.	Agricultura/ ganadería	Agricultura exclusiva	Agricultura exclusiva
Mano de obra	Permanente	Permanente	Familiar	Temporal y familiar
Maquinaria	Moderna y completa	Moderna y completa	Antigua, precaria	Antigua, básica
Capital disponible	Sin restricciones	Sin grandes restricciones	Con grandes restric.	Con algunas restric.
Experiencia en activid.	17 años	30 años	45 años	40 años
Ingresos extra- agrarios	No	Si	No	No

Fuente: Coronel de Renolfi, 2003

Las matrices de los correspondientes modelos matemáticos fueron construidas para cada establecimiento representativo de la zona de estudio. El criterio adoptado para incluir las diferentes alternativas de producción en los modelos, fue el de incorporar aquellas que sean factibles desde la óptica de las condiciones ecológicas, sociales y económicas de cada explotación representativa.

Obtenida la solución para cada modelo, pudo verificarse que la explotación-tipo 1 es la única que podría incluir a la forestación como alternativa productiva, en el plan o programa óptimo. Consecuentemente, en el presente trabajo se presentan solamente los resultados de este modelo de finca (Modelo 1). En los restantes modelos, el plan se optimiza con la inclusión de actividades agrícolas exclusivamente. Es probable que esto se deba a la alta competitividad de dichas actividades frente a la actividad forestal y a la escasa disponibilidad de los recursos tierra, trabajo y capital, en relación con el modelo 1.

4.3. Parámetros del modelo de programación

Los parámetros correspondientes a este modelo (la explotación-tipo 1), se consignan en el Cuadro 4. El Cuadro 5 presenta el correspondiente modelo matemático de programación lineal.

Cuadro 4. Parámetros del Modelo 1 de finca

Aspectos	Parámetros	Observaciones adicionales
Superficie	700 hectáreas	Pueden forestarse hasta 210 has.
Mano de obra permanente	3 empleados	7.200 horas hombre/año
Mano de obra temporal	En las épocas necesarias	
Mano de obra familiar	No	
Tractores	4 unidades de 109 HP	7.200 horas tractor/año
Actividad	Agricultura exclusiva	
Alternativas productivas	Maíz temprano Maíz tardío Trigo Soja Algodón Alfalfa (fardos sin estacionar) Alfalfa (fardos estacionados) Forestación con álamos	-La vida útil del alfalfar es de 4 años. -La edad de corta de la forestación es de 12 años.
Disponibilidad de capital	Sin restricciones	-Se puede asignar a la tierra más de una ocupación anual. -Hay capacidad para optar entre la venta inmediata o diferida de los fardos de alfalfa.
Tecnología utilizada	Media Alta (labores y cosecha mecanizadas)	Corresponde a productores grandes

Fuente: *Elaboración propia.*

En el cuadro 5, la función objetivo Z (margen bruto total) es representada por la sumatoria de los productos de los márgenes brutos individuales multiplicados por los respectivos niveles de cada una de las actividades. En el mismo, las restricciones (RHS) fueron calculadas sobre la base de las disponibilidades de los recursos existentes. Para el recurso tierra se formularon varias restricciones, según sus requerimientos en las diferentes épocas del año, de modo que se representara adecuadamente su uso. Con idéntico criterio de periodicidad, se formularon las restricciones de los recursos mano de obra y trabajo mecanizado. En los casos en que era imprescindible contratar mano de obra adicional porque el trabajo disponible es insuficiente, se incluyó esta restricción en la matriz. Las horas de mano de obra temporal se trataron como una actividad en la que su valor en la función Z es el coste directo. La actividad alfalfa fue desagregada en tres (implantación, producción y almacenaje) a fin de evaluar la conveniencia económica de producir y diferir la venta de fardos estacionados, o venderlos sin estacionar. La actividad forestación fue desagregada en dos (implantación y producción de madera), por tratarse de una actividad plurianual, con turno de corta de 12 años: por cada hectárea implantada con álamos se requieren 12 hectáreas de ocupación de la tierra (una por cada año que tardan los árboles en llegar a la corta).

Cuadro 5. Matriz de programación lineal del Modelo 1 de finca

ACTIVIDADES:	MAÍZ TEMPRANO	MAÍZ TARDÍO	TRIGO	ALGODÓN	SOJA	COMPRA MANO DE OBRA	IMPLANTACIÓN ALFALFA	PRODUCCIÓN ALFALFA	ALMACENAJE ALFALFA	VENTA ALFALFA HÚMEDA	VENTA ALFALFA SECA	IMPLANTACIÓN ÁLAMOS	PRODUCCIÓN MADERA	RHS	Unidad
Z Máximo =	(has) 1030.09	(has) 928.94	(has) 535.84	(has) 1177.91	(has) 577.13	(hs H) -2.02	(has) -443.50	(has) -496.92	(fardos) -0.242	(fardos) 2.01	(fardos) 3	(has) -627.99	(has) 1044.15		\$
Tierra Julio-Septiembre	1		1	1	1		1	1				1	12	700	ha
Tierra Octub-Dic	1	1	1	1	1		1	1				1	12	700	ha
Tierra Enero-Marzo	1	1	1	1	1		1	1				1	12	700	ha
Tierra Abril-Junio		1	1				1	1				1	12	700	ha
Trabajo Dic-Febrero	0.6	0.45		3.42	0.38		3.55	7.54					3.25	1800	hs H
Trabajo Marzo-Mayo		1.45	3.35	3.6	0.6		0.74	5.03				5.27		1800	hs H
Trabajo Junio-Julio			1.03				1.04	0.51				1		1200	hs H
Trabajo Agosto-Nov.	3.71	2.51	1.52	5.44	4.78		1.04	5.03				0.95	3.25	2400	hs H
Total Trabajo Año	14.31	14.41	15.9	22.46	15.76		16.37	28.11				17.22	16.50	7200	hs H
Trabajo Contratado	36	36	36	44.8	28	-1	24	36.5				107.8	515.8	0	hsH
Máquina Dic-Febrero	0.6	0.45		3.42	0.38		3.55	7.54					3.25	1800	hs Tr
Máquina Marzo-Mayo		1.45	3.35	3.6	0.6		0.74	5.03				5.27		1800	hs Tr
Máquina Junio-Julio			1.03				1.04	0.51				1		1200	hs Tr
Máquina Agosto-Nov.	3.71	2.51	1.52	5.44	4.78		1.04	5.03				0.95	3.25	2400	hs Tr
Total Máquina Año	4.31	4.41	5.9	12.46	5.76		6.37	18.11				7.22	6.50	7200	hs Tr
Permiso Prod.							-4	1						0	has
Alfalfa								-728						0	fardos
Alfa (fardos húmedos)							-312		1	1				0	fardos
Alfa (fardos secos)									-0.9		1			0	fardos
Espacio Almacenaje									0.126					7200	m³
Permiso Prod. Madera												-1	1	0	has
Máximo Sup. Forestal												12		210	has

Fuente: Elaboración propia.

4.4. La solución óptima

La resolución matemática de los modelos de programación lineal se efectuó mediante la herramienta Solver de Excel 11 (Microsoft, 2003; Front Line Systems, 2003), obteniéndose el valor de la función objetivo, las actividades correspondientes a la solución óptima y su dimensión. El Cuadro 6 ilustra los resultados para el Modelo 1.

Cuadro 6. Plan óptimo del Modelo 1 de finca

PLAN ÓPTIMO	
Nombre	Valor
Z OBJETIVO MÁXIMO (\$)	481695.6
Actividades	Nivel
Maíz temprano (ha)	503.14
Maíz tardío (ha)	0
Trigo (ha)	0
Algodón (ha)	0
Soja (ha)	0
Mano de obra contratada (horas-hombre)	18113.20
Implantación de Alfalfa (ha)	0
Producción de Alfalfa (ha)	0
Almacenaje de Alfalfa (fardos húmedos)	0
Venta Alfalfa sin estacionar (fardos húmedos)	0
Venta Alfalfa estacionada (fardos secos)	0
Implantación de Álamos (ha forestadas)	0
Producción de Madera (ha cortadas)	0

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 6, el plan óptimo-económico implica llevar a cabo sólo la actividad de maíz temprano en una extensión de 503 hectáreas, prescindiendo de las demás alternativas de producción. El valor de la función objetivo en el punto óptimo asciende a \$481 695,6 y representa el margen bruto total para el modelo representativo.

4.5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad informa acerca del uso de los recursos con sus respectivos costos de oportunidad y el coste de sustitución de las actividades con los correspondientes rangos de validez de los coeficientes. El Cuadro 7 expone el informe de sensibilidad del Modelo 1.

Cuadro 7. Informe de sensibilidad del Modelo 1 de finca

Actividad	Dimensión de la Actividad	Coste de Sustitución	Coficiente Objetivo	Aumento permisible	Disminución permisible
Maíz temprano	503.14	0	1030.09	1E+30	107.09
Maíz tardío	0	-107.84	928.93	107.84	1E+30
Trigo	0	-600.62	535.83	600.62	1E+30
Algodón	0	-415.20	1177.90	415.20	1E+30
Soja	0	-533.79	577.13	533.79	1E+30
Mano de obra contratada	18113.20	0	-2.02	2.02	19.34
Implantación de Alfalfa	0	-820.24	-443.49	820.24	1E+30
Producción de Alfalfa	0	-661.80	-496.91	661.80	1E+30
Almacenaje de Alfalfa	0	0	-0.24	0.90	0.44
Venta Alfalfa sin estacionar	0	-0.44	2.01	0.44	1E+30
Venta Alfalfa estacionada	0	0	2.99	1.01	0.49
Implantación de Alamos	0	-1997.88	-627.98	1997.88	1E+30
Producción de Madera	0	-1102.24	1044.15	1102.24	1E+30
Restricciones	Uso del Recurso	Precio Sombra	Valor Coeficiente RHS (restricciones)	Aumento permisible	Disminución permisible
Tierra Julio-Septiembre	503.14	0	700	1E+30	196.85
Tierra Octubre-Diciembre	503.14	0	700	1E+30	196.85
Tierra Enero-Marzo	503.14	0	700	1E+30	196.85
Tierra Abril-Junio	0	0	700	1E+30	700
Trabajo Dic-Febrero	301.88	0	1800	1E+30	1498.11
Trabajo Marzo-Mayo	0	0	1800	1E+30	1800
Trabajo Junio-Julio	0	0	1200	1E+30	1200
Trabajo Agosto-Noviembre	1866.66	0	2400	1E+30	533.33
Total Trabajo Año	7200.00	66.89	7200	2057.14	7200
Trabajo Contratado	0	2.02	0	18113.20	1E+30
Máquina Dic-Febrero	301.88	0	1800	1E+30	1498.11
Máquina Marzo-Mayo	0	0	1800	1E+30	1800
Máquina Junio-Julio	0	0	1200	1E+30	1200
Máquina Agosto-Noviembre	1866.66	0	2400	1E+30	533.33
Total Máquina Año	2168.55	0	7200	1E+30	5031.44
Permiso Producción Alfalfa	0	0	0	1E+30	0
Alfalfa (fardos húmedos)	0	2.45	0	57142.85	0
Alfalfa (fardos secos)	0	2.99	0	1E+30	0
Espacio Almacenaje	0	0	7200	1E+30	7200
Permiso Producción Madera	0	0	0	1E+30	0
Máximo Superficie Forestación	0	0	210	1E+30	210

Fuente: Elaboración propia.

Dicho cuadro 7, muestra los niveles de utilización de los recursos. El plan óptimo utiliza sólo 503 hectáreas de las 700 disponibles y ocupa la tierra durante el período julio-marzo. Se usan 301.88 horas-hombre de trabajo permanente de las 1800 horas disponibles en el período diciembre-febrero y 1866.66 horas-hombre de las 2400 que se dispone en agosto-noviembre; se agota el total de horas anuales de trabajo (7200 horas) para todas las labores, sean éstas en períodos críticos o no críticos. No sucede lo mismo con las horas-máquina disponibles: el plan usa 301.88 horas en diciembre-febrero, 1866.66 horas en agosto-noviembre y 2168.55 de las 7200 horas de tractor

disponibles, para el total anual de labores mecanizadas. Por otro lado se requiere contratar 18113.2 horas anuales de trabajo transitorio por unidad de superficie.

4.5.1. Coste de oportunidad de los recursos

Del cuadro 7 se desprende que los costes de oportunidad son iguales a cero para los insumos no limitantes. Para el Modelo 1, ni la tierra ni las horas de trabajo mecanizado constituyen recursos limitantes, ya que quedaron excedentes en el plan óptimo. Ello significa que se puede reducir en una cierta cantidad esos recursos sin reducir el valor de la función objetivo.

4.5.2. Coste de sustitución de las actividades

Los resultados del análisis de sensibilidad que muestra el cuadro 7, permitieron explorar modificaciones a las soluciones obtenidas, en función del rango de validez de los resultados.

En este modelo, el coste de sustitución del maíz temprano indica que esta actividad del plan es la que mejor valoriza los recursos en función del objetivo y, consecuentemente, su coste de sustitución es cero. Las demás alternativas de producción, excluidas en el plan tienen un coste de sustitución positivo. De este modo, la actividad maíz tardío debería incrementar su margen bruto en solamente un 11.6% (107.84 \$/ha) para poder entrar en la solución óptima y la actividad algodón debería hacerlo en un 35.2%. El valor mínimo que debería tener el margen bruto del trigo es 1136.4 \$/ha ($600.6 + 535.8$), y la alternativa soja tendría casi que duplicar su margen bruto, aumentando un poco más del 92%, para que ambas actividades sean incluidas en el plan.

Del examen del rango de validez de los coeficientes de las actividades, se deduce que hay actividades que podrían pertenecer a la solución óptima con una ligera modificación en las condiciones originales, tales como el maíz tardío y el algodón. El maíz tardío es poco estable en el margen superior (11.6%). Si su margen bruto sobrepasa los 107.84 \$/ha, es probable que sea conveniente su incorporación al plan. Su rango inferior es $-\infty$, lo que en términos económicos significa que, aunque el valor deje de ser un margen (positivo) para convertirse en un coste (negativo), no cambiará el status del maíz tardío en la solución; su dimensión ya es cero y no puede volverse negativo por la condición de no negatividad impuesta a las variables. Para la actividad algodón, el análisis es similar: un rango superior de 415.20 \$/ha significa que su margen bruto tendría que incrementar en más del 35.2% para incorporarse a la solución.

4.5.3. Valor actualizado del subsidio a la forestación

Las demás actividades alternativas presentan rangos de validez muy amplios, que están señalando posibilidad nula de ser incluidas en la solución (cuadro 7).

Particularmente, la alternativa de forestación no tiene posibilidades de ser incluida en el plan de producción. Si se analiza la actividad “producción de madera” se observa que presenta un coste de sustitución muy elevado y rangos de aumento y disminución muy amplios. El coeficiente de la función objetivo es 1044.15 \$/ha y el aumento permisible del coeficiente es de 1102.24 \$/ha, lo que significa que su margen bruto medido en términos de valor actual neto (VAN) debería aumentar un 105.5% y alcanzar como mínimo un valor de 2146.4 \$/ha ($1044.15 + 1102.24$) para entrar en la solución óptima.

Con la intención de examinar alguna oportunidad de cambio para que esta alternativa forme parte de la solución, se calculó el rendimiento que tendría que alcanzar la producción de madera al final del turno: con un coste de sustitución de \$1102.24 y con un precio neto de la madera de 13.18 \$/tn (52 \$/tn menos 38.82 \$/tn), debería aumentar en 83.62 tn/ha ($1102.24 \text{ \$/ha} / 13.18 \text{ \$/tn}$). En otros términos, correspondería un rendimiento potencial de 333.6 tn/ha, de hecho inalcanzable para las condiciones biológicas del área de riego.

Asimismo, y con la finalidad de evaluar de qué manera el VAN de la forestación podría conseguir el valor mínimo de 2146 \$/ha, se calculó la cantidad que tendría que asumir el subsidio económico del Estado. Los resultados del cálculo revelan que, en lugar de 720 \$/ha, la subvención estatal tendría que ser de 2153 \$/ha, lo cual no es sorprendente ya que aquel monto fijado hace diez años ha quedado desfasado en el tiempo a causa de la devaluación del peso argentino, que hizo incrementar el precio de los insumos.

Es necesario advertir, una vez más, que todas estas interpretaciones son válidas en condiciones *ceteris paribus*, es decir, para una actividad por vez y asumiendo que los restantes coeficientes permanecen invariables.

5. CONCLUSIONES

De la descripción y del análisis de los mecanismos de promoción forestal y sus impactos en la economía nacional, se puede concluir que:

1. La Ley 25.080 permite crear un escenario que brinda certidumbre y beneficios económicos e impositivos para las inversiones forestales en plazos acordes a los que requiere dicha actividad.

2. Los beneficios de la Ley 25.509 mejoran sustancialmente la rentabilidad del negocio forestal evitando tener que invertir capital en la compra de la tierra y favoreciendo así la participación en el negocio forestal de inversores institucionales y privados.

En lo que respecta a las actividades productivas en la zona de riego de Santiago del Estero, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

3. La zona despliega su actividad rural sobre la base de la agricultura; no hay conciencia forestal ni tradición forestadora.

4. Los productores agrarios de la zona no son propensos a la diversificación productiva.

5. La política forestal de incentivos en la zona de regadío de Santiago del Estero debería ser replanteada, al menos por dos razones que surgen de los resultados de la investigación. La primera es la insuficiencia de información y, consecuentemente, la escasez de respuesta de los productores a tales incentivos. La segunda es la falta de reajuste del valor del subsidio para cubrir los efectos de la devaluación de la moneda argentina.

Estas inferencias para las actividades productivas de la provincia refuerzan la necesidad de brindar asesoramiento técnico y concienciar sobre las ventajas de la multiplicidad productiva, orientándose hacia un manejo sustentable del recurso a largo plazo, quizás a expensas de perder cierto grado de rentabilidad económica a corto plazo. Con este criterio, la forestación es una actividad recomendable, no sólo como herramienta de ahorro a largo plazo para el productor, sino también como requerimiento ecológico, dada la escasa reposición de los bosques naturales en la provincia.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADI-SAGPyA (2001) Agencia de Desarrollo de Inversiones-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Guide for Investment in the Forest Industry in Argentina. SAGPyA. Buenos Aires. Argentina.
- AFIFI, A.A. y CLARK, V. (1999) Computer-Aided multivariate analysis (Third edition). Texts in Statistical Science. Chapman and Hall. CRC. Boca Raton, Londres, Nueva York, Washington D.C.
- ÁLVAREZ, R. y PAZ, R. (1997) Metodología asociada al diseño de propuestas para el desarrollo de la producción lechera caprina. Archivos de Zootecnia, Vol. 47, N° 175. Ediciones Instituto de Zootecnia. Universidad de Córdoba. España.
- Anuario de Estadística Forestal. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Dirección de bosques. Buenos Aires, Argentina (1980 a 2003).
- CORONEL DE RENOLFI, M. (2003) Determinación del óptimo económico en explotaciones tipo del área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero, Argentina. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- DEAyF. (2000) Dirección de Economía Agropecuaria y Forestal. Informe técnico. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero. Argentina.
- DEAyF. (2004) Dirección de Economía Agropecuaria y Forestal. Régimen de Promoción Forestal. Informe técnico. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero. Argentina.

- DE OLIVERA BASSAB, W., SHIZUE MIAZAKI, E. Y DE ANDRADE, D. (1990) Introdução à análise de agrupamentos. Associação Brasileira de Estadística. 9º Simposio Nacional de Probabilidade e Estadística. São Paulo. Brasil.
- DONINI, B. R. Y BARBIROLI, G. (1997) Measuring and optimizing the input technical effectiveness and efficiency of production processes by means of the linear programming method. *Technovation* 17: 667-674. Elsevier Science.
- ESCOBAR, G. Y BERDEGUÉ, J. (1990) Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de fincas: la experiencia de RIMISP. In: *Tipificación de sistemas de producción agrícola*: 13-44. RIMISP. Santiago. Chile.
- FCF-UNSE (2003) Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Archivos del Laboratorio de Percepción Remota. Argentina.
- FRANK, R. (2001) Planeamiento de la empresa con programación lineal. Documento de Administración Rural. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Front Line Systems (2003) Solver Platform.
- GARGANO, A., ADÚRIZ, M. Y SALDUNGARAY, M. (1999) Modelación de agrosistemas con programación lineal y Monte Carlo para el partido de Coronel Rosales, Argentina. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)* 16: 562-576. Bahía Blanca. Argentina.
- GONZÁLEZ GARCÍA, C., MARTÍNEZ FALERO, J., PARDO MÉNDEZ, M. Y SOLANA GUTIÉRREZ, V. (1993) Técnicas de muestreo en la evaluación de recursos forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. España.
- INDEC (2004) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Ministerio de Economía de la Nación. Argentina.
- JENKINS, L. Y ANDERSON, M. (2003) A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* 147: 51-61. Elsevier Science.
- LAM, K. F. Y MOY, J. W. (2003) A piecewise linear programming approach to the two group discriminant problem and an adaptation to Fisher's linear discriminant function model. *European Journal of Operational Research* 145: 471-481. Elsevier Science.
- LEY NACIONAL N° 25.080 (1999) Ley de Inversiones para Bosques de Cultivo. Texto legal. República Argentina.
- LEY NACIONAL N° 25.509 (2001) Ley de Derecho Real de Superficie. Texto legal. República Argentina.
- MANLY, B. F. J. 1986. *Multivariate statistical methods*. Chapman y Hall. Nueva York.

- MCKENNA, J. E. Jr. (2003) An enhanced cluster analysis program with bootstrap significance testing for ecological community analysis. *Environmental Modelling & Software* 18: 205-220. Elsevier Science.
- MICROSOFT (2003) Excel 11 for Windows. Microsoft Corporation. USA.
- MONTENEGRO, C. (2000) El análisis multivariante en el diseño de modelos de simulación para los sistemas de producción campesinos. Universidad Católica de Santiago del Estero. Argentina.
- PAZ, R. (2002) Sistemas de producción caprina en Santiago del Estero. Proyecciones y desafíos para el desarrollo del sector. Ediciones Fundapaz. Santiago del Estero. Argentina.
- RADRIZZANI, A. (2000) Los sistemas productivos del área de riego del Río Dulce. Una visión desde la sustentabilidad. Universidad Internacional de Andalucía. España.
- REHMAN, T. (2001) An introductory economic interpretation of Linear Programming. Teaching materials for the course Economía de los Recursos Naturales. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. Spain.
- RODRÍGUEZ OCAÑA, A., BERBEL VECINO, J. Y RUIZ AVILÉS, P. (1998) Metodología para el análisis de la toma de decisiones de los agricultores. Monografías INIA, 101. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España.
- SAGPyA. (1992) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales. Texto reglamentario. Argentina.
- SAGPyA. (2001) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Primer Inventario Nacional de Plantaciones Forestales. Dirección de Forestación. Argentina.
- SAGPyA. (2002) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. El Sector Forestal. Anuario de Estadística Forestal 2001. Dirección de Forestación. Argentina.
- SAGPyA. (2004) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. INDICFOR: indicadores del sector forestal. Dirección de Forestación. Argentina.
- SCHRAGE L. (1999) Optimization Modeling with LINDO. Lindo Systems Inc. Chicago. Estados Unidos.
- SEPyD. (1992) SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANEAMIENTO Y DESARROLLO. Perfil productivo de Santiago del Estero. Ministerio de Economía. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero. Argentina.
- UESRRD. (1992) Unidad Ejecutora del Servicio de Riego del Río Dulce. Technical Report. Ministerio de Economía. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero. Argentina.

