

## Economías regionales

# Optimización productiva en el área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero

Marta Coronel de Renolfi \*  
Sigfredo Francisco Ortuño Pérez \*\*

El objetivo de este trabajo es diseñar un plan *óptimo-económico* para las distintas *explotaciones-tipo* del área de riesgo del Río Dulce de Santiago del Estero, que identifique las actividades productivas que maximizan la renta de los productores. La degradación de los recursos naturales que se produjo en el área durante las décadas de los años '60 y '70, a lo que es necesario añadir el estado actual de depresión económica en nivel nacional, generó un fenómeno de abandono de las tierras que pone en juego la sustentabilidad de los productores que aún permanecen en la actividad. Los datos se recogieron mediante encuestas, en 152 explotaciones agropecuarias. Sobre la fuente primaria de datos fueron aplicadas técnicas del análisis estadístico multivariante tales como el análisis factorial y el análisis *cluster*, con el propósito de clasificar y tipificar los productores en grupos homogéneos, sobre la base de múltiples variables. Del agrupamiento obtenido resultaron cuatro grupos, cada uno de los cuales representa una explotación-tipo. En cada explotación-tipo se diseñó un modelo matemático, para cuya resolución se utilizaron técnicas basadas sobre la programación lineal. Los resultados ponen de manifiesto un efectivo incremento de los márgenes brutos en todos los modelos cuando se compara con la actual situación de manejo.

\* Cátedra de Economía y Administración Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina

\*\* Departamento de Economía y Gestión Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España.

## 1. Introducción

La provincia de Santiago del Estero se encuentra en el noroeste de la Argentina; pertenece a la región fitogeográfica del Chaco y se caracteriza, ecológicamente, por su aridez (Ledesma, 1998). Es una típica provincia mediterránea, con dos importantes ríos que la atraviesan en dirección Noroeste-Sudeste y que delimitan la zona más densamente poblada del territorio, a partir del uso agrícola de sus aguas.

Los productos de origen agrícola proceden básicamente de la región central de Santiago del Estero, delimitada por sus dos grandes ríos, en especial el Río Dulce y secundariamente el Río Salado, los cuales la transforman en la zona potencialmente más rica y productiva de la provincia. Esta zona es denominada área de riego del Río Dulce.

El área de riego del Río Dulce representa el 3% de la superficie de la provincia, concentra el 60% de la población total y contiene los dos principales centros urbanos, la ciudad de Santiago del Estero y la ciudad de La Banda. Congrega las actividades administrativas y de servicios del sector público y privado. Allí está instalada la mayor parte (aunque de modesta envergadura) de la industria de la provincia. Está dotada de los mejores caminos y de una vasta red de canales. Es la única zona de la provincia que dispone de riego

asegurado y representa el sistema productivo integrado más importante de Santiago del Estero y su principal fuente de empleo (UESRRD, 1992).

El sistema de riego del Río Dulce ocupa una superficie de 300.000 hectáreas de las cuales están registradas unas 105.000 con derecho a riego. Previsiblemente es posible el riego de 120.000 h aproximadamente (UESRRD, 1992).

La zona genera el 60% del Producto Bruto Agropecuario de la provincia por la incidencia de los cultivos de regadío, principalmente algodón, alfalfa, hortalizas, maíz, trigo y soja y, en menor medida, por las actividades pecuarias (Jañez et al., 1990).

### **1.1. La problemática de la zona de riego**

Durante la década de los años '60 se desarrolló en la provincia un programa integral de desarrollo para el área de regadío a través del denominado Proyecto de embalse del Río Dulce (PRD) con un conjunto de obras de riego que le imprimieron un nuevo rasgo a la dinámica socioeconómica provincial, con la intención de reconvertir la zona (CRD, 1992). Sin embargo, el paradigma de desarrollo integral que se había impuesto este proyecto fracasó años más tarde por un conjunto de circunstancias. Posteriormente al explosivo crecimiento de la producción agrícola en las décadas de los años

'60 y '70, surgieron numerosos problemas que llegan hasta el presente, cuyos efectos o manifestaciones visibles son las siguientes (Radrizzani, 2000):

- Alto nivel de abandono de la producción agropecuaria y concentración de la tierra
- Baja calidad de vida de gran parte de los productores
- Infrautilización de los recursos naturales
- Subutilización y deterioro de la infraestructura de riego

Las razones de este proceso son complejas de identificar y merecen un análisis específico y profundo. Sin embargo, el retroceso de la actividad en la zona hace pensar que las causas principales deben indagarse en la mecánica de los mercados en la que se inserta la producción del área, como también en sus escasas ventajas comparativas. La zona estuvo sometida a un perfil de oferta que no logró establecer un espacio competitivo. El nivel de producción de algunas actividades agrícolas excede ampliamente la demanda local y su comercialización en el ámbito nacional es vulnerable ante la aparición, en ciertas épocas del año, de áreas geográficas competitivas (Jañez et al., 1990).

### **1.2. Las causas de los problemas**

Debido al fracasado objetivo del Proyecto del Río Dulce de transformar la estructura económica de

regadío, el productor rural de esta zona se plantea los numerosos problemas a resolver. Si bien algunas de las causas de los problemas son generales y atribuibles a la estructura y funcionalidad del área existen otras, vinculadas con la gestión del productor en su propia explotación. Entre las primeras se pueden señalar las siguientes: a) el proceso de descentralización del Estado, b) la falta de políticas planificadas de apoyo al sector agropecuario, c) la creciente salinización de los suelos, d) la insuficiencia del sistema de drenaje y d) el abandono de las tareas de mantenimiento del sistema de riego. Los problemas de funcionalidad del sistema de regadío intensificaron los procesos de degradación de la calidad de vida, el empobrecimiento, el abandono de la producción y la concentración de la tierra.

A estas causas se suman otras, de carácter intrínseco y relacionadas con la gestión del productor rural como, por ejemplo, la oferta temporal y atomizada de sus productos, los altos costos de producción y transporte, los bajos rendimientos actuales en la producción y la deficiente capacidad de gestión empresarial. Estas dificultades se originan por la carencia de registros contables, la escasa información para tomar decisiones, el manejo inadecuado de las tecnologías de producción y el escaso apoyo estatal en extensión y asesoramiento. La ausencia de planificación de las activi-

dades con criterios técnicos y económicos, hace que las decisiones sobre el "qué y cómo producir" se toman por tradición o por intuición, pero nunca con un sentido económico y racional. La generalizada falta de aplicación de estos criterios en las unidades microeconómicas de producción, repercutió en forma negativa tanto en este ámbito como en el campo macroeconómico.

Este escenario para el área de riego afianzó, por un lado, las condiciones de reproducción de las capas campesinas pero, por el otro, las necesidades de ajuste estimularon respuestas de adaptación de los segmentos más capitalizados. Frente al nuevo contexto algunos productores emprendieron un proceso de adaptación, pero la mayoría no pudo mantenerse en la actividad agropecuaria. La diferenciación social y la degradación de los recursos naturales que se generó en la zona, ampliada por el estado actual de depresión económica en el ámbito nacional, ponen en juego la sustentabilidad de los productores que aún permanecen en la actividad.

Se impone pues recuperar la potencialidad productiva y la infraestructura de regadío de la zona, lo cual exige afrontar los problemas estructurales y funcionales del área y solucionar los problemas concernientes al productor. La resolución de los problemas estructurales y funcionales debe ser ar-

ticulada por las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, los organismos de financiación y los entes de comercialización. Para los segundos, es posible aproximar soluciones mediante herramientas técnico-económicas de análisis que acompañen el proceso de planificación y gestión empresarial, para evitar que se extienda el número de productores que abandonan la tierra.

En particular los productores de mayor tamaño, con explotaciones superiores a 20 hectáreas, que les permite interactuar en el mercado, presentan mayor capacidad de adecuación a través de respuestas tecnológicas y económicas de su actividad rural. Sólo estas explotaciones están en plenas condiciones de operar con estrategias productivas para optimizar las condiciones de mercados cambiantes y diversificar las actividades en una escala adecuada. Por lo contrario, los sectores minifundistas requieren un gran esfuerzo de acompañamiento y asistencia estatal. Jañez et al. (1990) sostienen como hipótesis que la línea general de desarrollo de la zona pasa por el fortalecimiento de los sectores de rasgos más decididamente empresariales.

### **1.3. El objetivo del trabajo**

El trabajo tiene como objetivo determinar un plan óptimo de gestión económica que identifique la combinación de actividades productivas que maximiza la renta de

los productores, en explotaciones agropecuarias representativas del área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero. Tres aspectos deben advertirse en la formulación de este objetivo:

1. La investigación se restringe al estrato de productores con explotaciones de veinte o más hectáreas, es decir a aquellas explotaciones rurales vinculadas con el mercado, que proporcionan retornos mediante un proceso de producción primaria. Son los productores medianos y grandes aquellos que imprimen dinamismo a la economía del sector, se enfrentan a los riesgos de la actividad, generan empleo y movilizan recursos productivos.

2. Se busca determinar un plan óptimo económico que maximice la renta de los productores rurales. La determinación del óptimo económico implica hallar la dimensión adecuada de un conjunto de actividades productivas que optimice la asignación de los recursos que la explotación rural dispone.

3. Las explotaciones agropecuarias representativas del área de riego se identifican bajo la denominación de "explotación-tipo" y su determinación parte del enfoque sistémico. Desde este enfoque se considera a la explotación rural como un sistema y, por lo tanto, de carácter multivariante: su realidad debe ser explicada por innumerables variables que actúan conjuntamente y no por la

forma unitaria de cada una de ellas. Bajo esta concepción, el presente trabajo define una explotación-tipo como "aquella unidad de producción rural, representativa de un grupo homogéneo de explotaciones, donde la agrupación lograda proviene de una clasificación y tipificación de carácter multivariante con variabilidad intraclase mínima y variabilidad interclase máxima".

## 2. Materiales y métodos

Para obtener los datos de campo se utilizó una encuesta que permitió clasificar y tipificar los sistemas productivos presentes en la zona de estudio y cuantificar las variables que definen cada explotación-tipo para diseñar modelos de optimización en cada una de ellas.

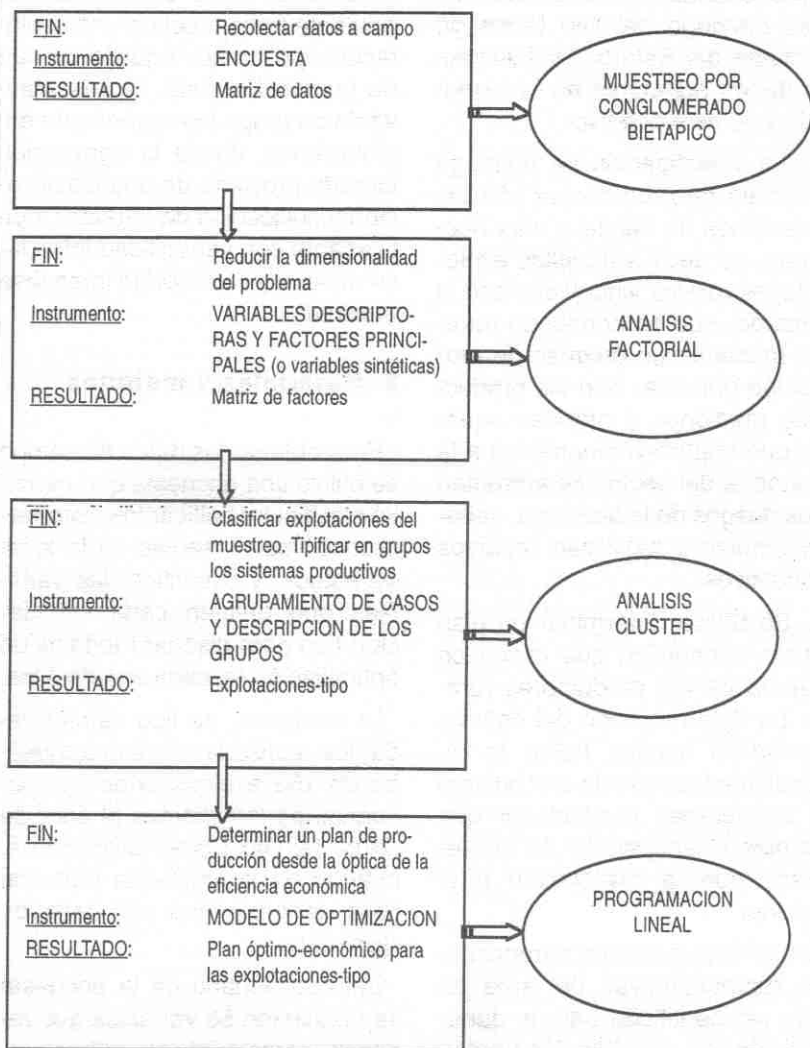
La encuesta, de tipo estructurada, fue realizada sobre una muestra de 152 explotaciones agropecuarias pertenecientes al área de riego del Río Dulce, utilizando el método de la entrevista personal para asegurar una alta tasa de respuesta.

Del cuestionario de la encuesta se obtuvieron 58 variables que reconocen características estructurales, de gestión productiva, socioeconómica y de sustentabilidad ecológica.

### 2.1. Esquema metodológico

Con la finalidad de alcanzar el objetivo propuesto, se aplicaron las técnicas metodológicas sinteti-

Figura Nº 1. Diagrama de la metodología de investigación



Fuente: elaboración propia

zadas en la **figura Nº 1**.

Los datos de campo se recogieron con la encuesta, aplicando un muestreo por conglomerados en dos etapas (Mendenhall y Reinmuth, 1991; González García et

al., 1993). La selección de la muestra se realizó sobre un plano (superponiendo la imagen de satélite y el mapa catastral de la zona), sobre el que se insertó una malla con cuadrículas de 2.500 h

que delimitaron los conglomerados. En la primera etapa del sorteo se obtuvo una muestra al azar del 80% del total de las unidades primarias de muestreo, es decir 19 conglomerados. En la segunda etapa, se tomaron muestras aleatorias de 8 unidades secundarias en cada conglomerado, por lo que resultaron 152 explotaciones seleccionadas para realizar la encuesta<sup>1</sup>.

Los dos pasos siguientes (**figura Nº 1**) tuvieron la finalidad de clasificar y tipificar las explotaciones en grupos homogéneos. La metodología utilizada corresponde al análisis estadístico multivariante (Afifi y Clark, 1999; Manly, 1986). Los métodos estadísticos multivariantes entregan una ponderación objetiva de la influencia de cada variable sobre la determinación del tipo de explotación (Escobar y Berdegué, 1990). A partir de los datos primarios, se seleccionaron variables descriptoras y se redefinieron variables sintéticas o factores aplicando el análisis factorial, con el objeto de reducir la dimensión del problema sin perder información del conjunto. Los factores hallados fueron utilizados como variables de clasificación en el análisis de grupo o análisis *cluster*. De la tipificación de cada grupo surgieron las respectivas explotaciones-tipo, con cuyos parámetros cualitativos y cuantitativos se diseñaron y resolvieron mode-

los de optimización aplicando la programación lineal (Schrage, 1999; Frank, 2001; Rehman, 2001).

### 3. Resultados

Los resultados del análisis *cluster* permitieron clasificar los sistemas de producción en grupos homogéneos y caracterizar cuatro explotaciones-tipo representativas del área de riego. Las características de cada explotación-tipo se describen a continuación:

#### Explotación-tipo Nº 1

Está constituida por 700 hectáreas con un sistema productivo agrícola y suelos de buena calidad. La mano de obra de carácter permanente está formada por tres empleados fijos que cumplen funciones de encargados y/o tractoristas. El parque de maquinaria, bastante moderno y completo, incluye cuatro tractores, por lo que la tecnología aplicada puede calificarse como media alta. El propietario no tiene grandes restricciones de capital. Tiene pocos años de experiencia en la actividad en comparación con los demás grupos y se dedica a ésta a tiempo completo; consecuentemente no tiene ingresos extra. Los ingresos de la actividad rural ascienden a los \$ 173.000 anuales, resultado de producir maíz, alfal-

<sup>1</sup> Para ubicar en el terreno los predios elegidos, se usaron el GPS y las impresiones del plano de la zona a escala 1: 30.000 y 1: 50.000.

fa, soja o trigo. El manejo actual de este tipo de explotación se identifica con una escasa diversificación productiva en grandes extensiones.

### Explotación-tipo Nº 2

Posee 150 hectáreas, destinadas a la agricultura y ganadería. El excesivo laboreo a que ha sido sometido el suelo cuando se encontraba dedicado totalmente a la actividad agrícola, así como también el uso abusivo y erróneo del agua de riego, han producido una acelerada degradación de la tierra. Esto implicó la brusca caída de los rendimientos que ha motivado la búsqueda de otra opción productiva que le permita, por un lado, dar descanso a la tierra agotada mediante la rotación y por el otro, un manejo racional de los terrenos salinizados. Las zonas más dañadas se reservan a la actividad ganadera de engorde mediante la siembra de pastos forrajeros. El resto de la superficie se destina a los cultivos de maíz o algodón; el laboreo del suelo y la cosecha están mecanizados. Dispone de dos tractores y un empleado permanente que cumple tareas de tractorista. El productor, con 30 años de antigüedad media en la actividad agropecuaria, realiza la supervisión y dirección del campo pero distrae parte de su tiempo en otras actividades que le generan ingresos extra. No tiene restricciones serias de capital. La renta agraria bruta es de 72.800 \$/año.

### Explotación-tipo Nº 3

Esta explotación posee 50 hectáreas y está dedicada exclusivamente a actividades agrícolas tales como sandía, anquito, maíz y alfalfa de corte, con un alto componente de labores manuales. Cuenta con un tractor e implementos básicos de arrastre con alto grado de obsolescencia. La imposibilidad de renovar el capital de explotación pone de manifiesto su crítica situación económica. Esta explotación organiza la producción sobre la base del trabajo del grupo doméstico aportado por el propietario a tiempo completo y un familiar a media jornada, quienes realizan las tareas de supervisión y hacen las veces de tractorista. El productor reside en el predio, lleva 45 años de experiencia en la actividad y no posee ingresos agrarios extra. El suelo es de calidad regular, lo que obliga al uso de productos químicos. El ingreso agrario es de \$ 3.000 al año.

### Explotación-tipo Nº 4

Tiene una extensión de 80 h con suelos de buena calidad. Al igual que en la tercera explotación, no hay mano de obra permanente y la fuerza laboral está formada por el propietario y un familiar, los que cumplen las funciones de tractoristas. Ocupa mano de obra asalariada eventual cuando las labores exceden la capacidad del trabajo familiar. Dispone de dos tractores y los implementos de labranza co-

rrespondientes, todos prácticamente amortizados. El productor posee 40 años de experiencia en la actividad rural. Se dedica a actividades agrícolas monoespecíficas como el algodón o a una combinación de maíz y trigo, actividades que originan ingresos brutos anuales de \$ 35.000. La antigüedad de la maquinaria demuestra la imposibilidad de capitalización.

A partir de la información proveniente de la tipificación y de publicaciones especializadas (Tricárico *et al.*, 1992; Mariot y Coronel de Renolfi, 1997; INTA, 1998), se elaboraron los coeficientes empleados en las matrices de programación lineal. Dado que los cálculos requeridos para definir las actividades opcionales y las restricciones fueron numerosos y extensos, sólo se hará una sucinta presentación.

Para las cuatro explotaciones-tipo se construyeron sendos modelos de fincas identificados como Modelos 1, 2, 3 y 4; se definieron sus parámetros, necesarios para establecer los supuestos de cálculo de la modelación; se determinaron sus índices técnicos y se calcularon los márgenes brutos económicos totales de las actividades de alternativa. Los parámetros de los cuatro modelos se consignan en los **cuadros Nº 1, Nº 2, Nº 3 y Nº 4** respectivamente. Cabe resaltar que en todos los modelos se incluyó la actividad de forestación como una alternativa más, bajo el supuesto que el productor se acoge a los beneficios del subsidio correspondiente a la política de promoción de plantaciones forestales (SAGPyA, 1992) y que no está dispuesto a destinar más allá del 30% de la superficie

**Cuadro Nº 1. Parámetros del Modelo 1**

| Aspectos                  | Parámetros                                 | Observaciones adicionales                                                                                                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie                | 700 hectáreas                              |                                                                                                                                                      |
| Mano de obra permanente   | 3 empleados                                | 7.200 horas-hombre/año                                                                                                                               |
| Mano de obra temporaria   | En las épocas necesarias                   |                                                                                                                                                      |
| Mano de obra familiar     | NO                                         |                                                                                                                                                      |
| Tractores                 | 4 unidades de 109 HP                       | 7.200 horas-tractor/año                                                                                                                              |
| Actividad actual          | Agricultura exclusiva                      |                                                                                                                                                      |
| Alternativas productivas  | Maíz temprano y tardío                     | - Vida útil del alfalfar: 4 años.                                                                                                                    |
|                           | Trigo Soja Algodón                         |                                                                                                                                                      |
|                           | Alfalfa (fardos sin estacionar)            | - Edad de corta de la forestación: 12 años.                                                                                                          |
|                           | Alfalfa (fardos estacionados)              |                                                                                                                                                      |
| Disponibilidad de capital | Forestación con álamos                     |                                                                                                                                                      |
|                           | Sin grandes restricciones                  | -Se puede asignar a la tierra más de una ocupación anual.<br>-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                                                                                                                    |

**Cuadro Nº 2. Parámetros del Modelo 2**

| Aspectos                  | Parámetros                                                                                                                                      | Observaciones adicionales                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie                | 150 hectáreas                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |
| Mano de obra permanente   | 1 empleado                                                                                                                                      | 2.400 horas-hombre/año                                                                                                                                                                                                   |
| Mano de obra temporaria   | En las épocas necesarias                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |
| Mano de obra familiar     | NO                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                          |
| Tractores                 | 2 unidades de 89 HP                                                                                                                             | 2.400 horas-tractor/año                                                                                                                                                                                                  |
| Actividad actual          | Agricultura y/o Ganadería                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                          |
| Alternativas productivas  | Maíz temprano<br>Trigo Soja Algodón<br>Invernada de novillos<br>Alfalfa (fardos sin estacionar)<br>Alfalfa (pastoreo)<br>Forestación con álamos | La invernada dura 18 meses. El ganado se puede alimentar con alfalfa, pastizales perennes con una vida útil de 6 años (Gramma rhodes y Gatton panic), forrajeras anuales (Melilotus albus y avena) y suplemento de maíz. |
| Disponibilidad de capital | Sin grandes restricciones                                                                                                                       | -Se puede asignar a la tierra más de una ocupación anual.                                                                                                                                                                |
| Tecnología utilizada      | Media Alta (labores y cosecha mecanizadas)                                                                                                      | Corresponde a productores grandes                                                                                                                                                                                        |

total de la explotación a esta labor. El margen bruto de esta actividad fue medido en términos de valor actual neto (VAN).

### 3.1. Resultados de los modelos de optimización

Se describen a continuación los resultados del plan óptimo deter-

**Cuadro Nº 3. Parámetros del Modelo 3**

| Aspectos                  | Parámetros                                                                                              | Observaciones adicionales                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie                | 50 hectáreas                                                                                            |                                                                                                                                                                                                |
| Mano de obra permanente   | NO                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                |
| Mano de obra temporaria   | En las épocas críticas                                                                                  | Para labores de riego y cosecha                                                                                                                                                                |
| Mano de obra familiar     | Aporta 1,5 jomales                                                                                      | 3.600 horas-hombre/año                                                                                                                                                                         |
| Tractores                 | 1 unidad de 65 HP                                                                                       | 2.400 horas-tractor/año                                                                                                                                                                        |
| Actividad actual          | Agricultura exclusiva                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |
| Alternativas productivas  | Algodón Alfalfa (fardos)<br>Cebolla Tomate industrial<br>Sandía Melón Anquito<br>Forestación con álamos |                                                                                                                                                                                                |
| Disponibilidad de capital | Con restricciones importantes                                                                           | -Se asigna a la tierra una sola ocupación anual.<br>-No hay capacidad para diferir la venta de fardos de alfalfa.<br>-No se efectúan los aportes sociales previstos en la legislación laboral. |
| Tecnología utilizada      | Media Baja (cosecha manual)                                                                             | Corresponde a productores pequeños                                                                                                                                                             |

**Cuadro Nº 4. Parámetros del Modelo 4**

| Aspecto                   | Parámetro                                         | Observaciones adicionales                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie                | 80 hectáreas                                      |                                                                                                                                                                                                     |
| Mano de obra permanente   | NO                                                |                                                                                                                                                                                                     |
| Mano de obra temporaria   | En las épocas críticas                            | Para labores de riego y cosecha manual                                                                                                                                                              |
| Mano de obra familiar     | Aporta 1,5 jornales                               | 3.600 horas-hombre/año                                                                                                                                                                              |
| Tractores                 | 2 unidades de 89 HP                               | 3.600 horas-tractor/año                                                                                                                                                                             |
| Actividad actual          | Agricultura exclusiva                             |                                                                                                                                                                                                     |
| Alternativas productivas  | Algodón                                           |                                                                                                                                                                                                     |
|                           | Alfalfa (fardos)                                  |                                                                                                                                                                                                     |
|                           | Maíz temprano y tardío                            |                                                                                                                                                                                                     |
|                           | Cebolla                                           | Tomate industrial                                                                                                                                                                                   |
|                           | Sandía                                            | Melón Anquito                                                                                                                                                                                       |
|                           | Trigo                                             |                                                                                                                                                                                                     |
|                           | Forestación con álamos                            |                                                                                                                                                                                                     |
| Disponibilidad de capital | Con ciertas restricciones                         | -Se asigna a la tierra una sola ocupación anual.<br>-No hay capacidad para diferir la venta de los fardos de alfalfa.<br>- No se efectúan los aportes sociales previstos en la legislación laboral. |
| Tecnología utilizada      | Media (cosecha mecanizada en algunas actividades) | Corresponde a productores medianos                                                                                                                                                                  |

minado y el análisis de los costos de oportunidad de los recursos para los distintos modelos.

### Optimización del Modelo 1

En la primera explotación-tipo, si bien la situación actual no difiere demasiado de la elección de actividades que propicia el plan óptimo, no está garantizada la maximización del beneficio ni el uso racional de los recursos. El plan óptimo registra un margen bruto total de \$ 481.670 y propone cultivar maíz temprano en el 72% de la superficie disponible. Los recursos tierra y maquinaria no son totalmente utilizados y, en consecuencia, no constituyen factores limitantes; si lo es la mano de obra permanente que limita la utilización de toda la superficie disponible. En este modelo de explota-

ción se pone en evidencia un exceso de dimensión del parque de maquinaria.

### Optimización del Modelo 2

La solución óptima para el segundo modelo de explotación aconseja cultivar 145 hectáreas de algodón y 5 hectáreas de maíz, utilizando toda la tierra disponible; el costo de oportunidad de este recurso, si bien duplica al precio de mercado en la zona, presenta el valor más bajo en relación con los otros modelos. La mano de obra en el período crítico es un insumo fuertemente limitante con un costo de oportunidad muy elevado. Lo mismo puede decirse del recurso maquinaria en el mismo período. La función objetivo se maximiza con un valor de \$ 171.300.

### Optimización del Modelo 3

La resolución del modelo de la tercera explotación-tipo sugiere cultivar los productos "de primicia" melón (34 hectáreas) y anquito (16 hectáreas) para alcanzar un margen bruto óptimo de \$ 159.100. La tierra es un recurso muy limitante, que se pone de manifiesto en su elevado costo de oportunidad. La restricción del trabajo también es crítica y limita las posibilidades de expansión. La maquinaria no es un recurso limitante y el excedente que no se utiliza se explica en parte por la escasez de tierra y también por la gran cantidad de labores manuales que caracterizan el plan óptimo de este modelo.

### Optimización del Modelo 4

En la última explotación-tipo se aconseja llevar a cabo el cultivo del melón en las 80 hectáreas disponibles, con un margen bruto total de \$ 288.600. Quedan rema-

nentes inactivos de mano de obra y maquinaria a lo largo del año. Los recursos de mano de obra y maquinaria no son restrictivos. La única restricción limitante es el factor tierra con un alto costo de oportunidad. Disponer de mayores cantidades de tierra llevaría hacia un manejo más diversificado, pero siempre dentro de las actividades frutihortícolas (melón, sandía y anquito) de uso intensivo de trabajo manual y alto precio unitario del producto por unidad de superficie.

Un resumen de los resultados de los cuatro modelos se presenta en el **cuadro N° 5**.

### 4. Conclusiones

En relación con el objetivo específico de clasificar las explotaciones de la muestra y agruparlas en clases homogéneas, las cuatro explotaciones-tipo resumieron for-

**Cuadro N° 5.** Solución a los modelos de optimización

| Modelo   | Solución óptima                                                                 | Situación de los recursos                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo 1 | Actividades: 503 h de maíz temprano<br>Margen bruto total: \$ 481.670           | Tierra: excedente<br>Mano de obra: limitante<br>Maquinaria: <u>sobredimensionado</u>  |
| Modelo 2 | Actividades: 145 h de algodón y 5 has de maíz<br>Margen bruto total: \$ 171.330 | Tierra: limitante<br>Mano de obra: muy limitante<br>Maquinaria: fuertemente limitante |
| Modelo 3 | Actividades: 34 h de melón y 16 has de anquito<br>Margen bruto total: 159.160   | Tierra: altamente limitante<br>Mano de obra: limitante<br>Maquinaria: excedente       |
| Modelo 4 | Actividades: 80 h de melón<br>Margen bruto total: \$ 288.600                    | Tierra: altamente limitante<br>Mano de obra: no restrictivo<br>Maquinaria: excedente  |

mas de gestión rural bien diferenciadas entre sí, con necesidades y limitaciones muy diferentes que permiten detectar debilidades y fortalezas y, sobre todo, establecer prioridades a la hora de diseñar las políticas de crecimiento y desarrollo de la zona.

La evaluación económica de las opciones de producción a través de un modelo de programación lineal, ofrece un plan óptimo-económico enfrentando las limitantes identificadas en la tipificación. Sobre la base de las soluciones óptimas obtenidas, se extrajeron las siguientes conclusiones:

1. En el modelo de la primera explotación-tipo, el plan óptimo registra un margen bruto de \$ 481.600 y propone llevar a cabo el cultivo de maíz en 503 hectáreas.
2. La solución óptima del segundo modelo de explotación aconseja realizar 145 hectáreas de algodón y 5 hectáreas de maíz. La función objetivo se maximiza con un valor de \$ 171.300.
3. La resolución del modelo de la tercera explotación-tipo sugiere cultivar los productos "primicia" melón (34 hectáreas) y anquito (16 hectáreas) para alcanzar un margen bruto óptimo de \$ 159.100.
4. La solución óptima del cuarto modelo aconseja cultivar melón en las 80 hectáreas disponibles. El margen bruto máximo es de \$ 288.600.
5. La propuesta tecnológica de esta investigación pone de manifiesto una efectiva elevación de los márgenes brutos en todos los modelos de explotación cuando se compara con la actual situación de manejo.
6. Con excepción del primer modelo, la tierra se reveló como un factor limitante de la solución óptima, si bien los cuatro modelos presentaron algunos recursos ociosos. En las explotaciones representativas de los modelos 1, 2 y 3 la limitación del recurso mano de obra impidió la total utilización del capital en forma de máquina.
7. Los recursos que presentaron mayores costos de oportunidad corresponden a la tierra en los modelos 3 y 4 y a la mano de obra en los modelos 1 y 2 indicando ser fuertemente restrictivos cuando se procura expandir las actividades productivas.
8. La actividad del cultivo de la alfalfa, tradicional en la región, no se incorporó en ninguna de las soluciones óptimas lo que indicaría su falta de competitividad frente a otras como el maíz, el trigo y el algodón, productos exportables con elevados precios actuales en el comercio internacional, o como los productos "de primicia" con altos precios unitarios en el mercado interno.

9. La actividad de forestación con álamos tampoco se incorporó al plan óptimo en ninguno de los modelos, a pesar de las ventajas económicas del programa de promoción del Estado. No obstante, la política forestal de incentivos en la zona debería ser replanteada 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; se calculó que el nivel de subvención debería alcanzar los 2.153 \$/h en lugar de los \$ 720 que se otorgan actualmente, para que la actividad ingrese en la solución óptima.

Los resultados alcanzados en este trabajo tienen la cualidad de ser orientadores, en el sentido de que, si un productor conoce sus recursos limitantes y no limitantes, así como su costo de oportunidad y el costo de sustitución de las actividades, puede evaluar con mayor claridad las posibilidades de expansión o de eventuales modificaciones en su gestión agropecuaria, siendo la programación lineal el único método de planificación que aporta esta información (Frank, 2001).

Para aquellas explotaciones con signos de fragilidad, con grado re-

ducido de sustentabilidad y amenazadas por su escasa capacidad financiera y por dificultades de penetración en los mercados, se sugiere aprovechar su estructura de equipamiento, mecanización y acceso a la tierra, potenciar su capacidad de trabajo y gestión familiar para incrementar la productividad de sus sistemas con estrategias de producción múltiple que puedan optimizar las condiciones de mercados cambiantes. Para ellas, las políticas rurales deberían orientarse fundamentalmente a resolver las restricciones de la comercialización de sus productos por medio de asociación de productores y sistemas organizados de comercialización y de acciones articuladas entre los productores, las organizaciones intermedias y los gobiernos. La expansión de las actividades y la incorporación de nuevas opciones de producción sólo será posible en la medida que los productores puedan obtener fuentes de financiamiento a bajas tasas de interés.

Estas explotaciones pueden identificarse con los tipos representados en los Modelos 3 y 4, asociados con una agricultura de regadío en el límite de la extensión de la tierra y con cultivos de alto valor unitario. Son éstas las más comprometidas con el futuro del área dado que contienen la mayor proporción de productores residentes, con antigüedad y trayectoria en la actividad. Considerando que individualmente estos productores poseen bajo poder de

negociación, es necesario crear mecanismos de integración a los mercados de insumos y fortalecer las asociaciones existentes para obtener mercados para sus productos y garantizar la continuidad y volumen de entrega de la producción.

Para aquellos otros tipos de explotaciones de carácter expansio-nista que poseen atributos de mayor sostenibilidad, que ostentan un mejor nivel de administración del predio y un aceptable grado de

organización de sus canales de comercialización, las acciones prioritarias tendrían que dirigirse a brindar apoyo con información técnica y económica que les sirva para encauzar el uso racional del agua del riego y del recurso suelo.

Las explotaciones correspondientes a los Modelos 1 y 2 se encuadrarían en estos casos. Se perciben en ellas los intentos por introducir cultivos agroexportables (maíz, trigo, soja, algodón) que dinamizan la actividad rural.

## Bibliografía

- AFIFI, A. A. y V. CLARK. *Computer-Aided multivariate analysis. Texts in Statistical Science*. Third edition. Chapman y Hall CRC. Boca Raton, Londres, Nueva York, Washington D.C. 1999.
- CRD. Corporación del Río Dulce. El área de riego del Río Dulce y la producción provincial. *Primeras Jornadas de Trabajo de la CRD*. Santiago del Estero. 1992.
- ESCOBAR, G. y J. BERDEGUÉ. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de fincas: la experiencia de RIMISP. En *Tipificación de sistemas de producción agrícola*: 13-44. RIMISP. Santiago. Chile. 1990.
- FRANK, R. *Planeamiento de la empresa con programación lineal*. Documento de Administración Rural. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 2001.
- GONZÁLEZ GARCÍA, C., E. MARTÍNEZ FALERO, M. PARDO MENDEZ y J. SOLANA GUTIÉRREZ. *Técnicas de muestreo en la evaluación de recursos forestales*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. España. 1993.
- INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Bases para la presupuestación. Información Económica*. EEA Santiago del Estero. 1998.
- JAÑEZ, H., G. SEMPRONII y H. NEME. Caracterización del Sector Agropecuario de Santiago del Estero. Estudio para la implementación de la reforma impositiva agropecuaria. Proyecto PNUD Argentina 85/019. Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Buenos Aires. 1990.
- LEDESMA, N. El clima y su incidencia. en *Retrato de un siglo. Una visión integral de Santiago del Estero*: 341-345. Editorial El Liberal. Santiago del Estero. 1998.
- MANLY, B. F. J. *Multivariate statistical methods*. Chapman y Hall. Nueva York. 1986.

- MARIOT, V. y M. CORONEL DE RENOLFI. Evaluación financiera de dos sistemas de producción que incluyen la forestación con álamos en la zona de riego de Santiago del Estero. *Revista Facultad Ciencias Forestales (Quebracho)* 5: 26-40. Santiago del Estero. 1997.
- MENDENHALL, W. y J. REINMUTH. *Estadística para administración y economía*. Cap. 6: 447-471. Editorial Iberoamérica. México. 1991.
- RADRIZZANI, A. *Los sistemas productivos del área de riego del Río Dulce. Una visión desde la sustentabilidad*. Universidad Internacional de Andalucía. España. 2000.
- REHMAN, T. *An introductory economic interpretation of Lineal Programming*. Material didáctico del curso Economía de los Recursos Naturales. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. España. 2001.
- SAGPyA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. *Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales*. Texto reglamentario. República Argentina. 1992.
- SCHRAGE, L. *Optimization Modeling with LINDO*. Lindo Systems Inc. Chicago. Estados Unidos. 1999.
- TRICÁRICO, A., G. SEMPRONII, F. GONZÁLEZ y H. LIPSHITZ. Incremento de la producción de carne vacuna en pasturas bajo riego. INTA EEA, Santiago del Estero. 1992.
- UESRRD. Unidad Ejecutora del Servicio de Riego del Río Dulce. Informe general. Ministerio de Economía. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero. 1992.