



AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD  
DE LA AGRICULTURA  
BAJO RIEGO  
EN BRASIL

Agustín A. Millar

37

Setiembre, 1993  
SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS



## ¿QUE ES EL IICA?

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Sus orígenes se remontan al 7 de octubre de 1942 cuando el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de posgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y a las nuevas necesidades del hemisferio, se convirtió progresivamente en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 33 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Con un mandato amplio y flexible y con una estructura que permite la participación directa de los Estados Miembros en la Junta Interamericana de Agricultura (JIA) y en su Comité Ejecutivo, el IICA cuenta con una amplia presencia geográfica en todos los países miembros para responder a sus necesidades de cooperación técnica.

Los aportes de los Estados Miembros y las relaciones que el IICA mantiene con 16 Observadores Permanentes, y con numerosos organismos internacionales, le permiten canalizar recursos humanos y financieros en favor del desarrollo agrícola del hemisferio.

El Plan de Mediano Plazo 1987-1993, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional. Para lograr esos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco Programas que son: Análisis y Planificación de la Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercio e Integración; y Sanidad Agropecuaria.

Los Estados Miembros del IICA son: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Fungen como Observadores Permanentes: Alemania, Austria, Bélgica, Comunidades Europeas, España, Federación de Rusia, Francia, Hungría, Israel, Italia, Japón, Portugal, Reino de los Países Bajos, República Arabe de Egipto, República de Corea y Rumania.



AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD  
DE LA AGRICULTURA  
BAJO RIEGO  
EN BRASIL

Agustín A. Millar

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).  
Setiembre, 1993.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

El Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (CIDIA), a través de su Servicio Editorial e Imprenta, es responsable por la edición de estilo, levantado de texto, montaje, fotomecánica e impresión de esta publicación.

Millar, Agustín A.

Ambiente y sostenibilidad de la agricultura bajo riego en Brasil / Agustín A. Millar. — San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, 1993.

78 p ; 25 cm. — (Serie Documentos de Programas / IICA, ISSN 1011-7741 ; no. 37)

1. Medio ambiente — Brasil. 2. Sostenibilidad — Brasil.  
3. Agricultura de regadío — Brasil. I. IICA. II. Título. III. Serie.

AGRIS F06

DEWEY 631.7

SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS no. 37  
ISSN 1011-7741

IICA  
SDP-37  
1993

## INDICE

---

<b>PRESENTACION</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>SUMMARY</b> .....	10
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	14
<b>2. PROBLEMAS AMBIENTALES DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO</b> .....	16
<b>3. PROBLEMAS QUE AFECTAN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROYECTOS DE RIEGO</b> .....	19
Problemas estructurales .....	19
Problemas no estructurales .....	21
Factor hombre .....	25
<b>4. POLITICAS DE PROTECCION AL AMBIENTE EN LA AGRICULTURA BAJO RIEGO</b> .....	26
<b>5. PROYECTOS HIDROAGRICOLAS: AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD</b> .....	32
Enfoque global .....	32
Ejemplos de proyectos típicos .....	34
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	76

This One



KPBA-SAA-BYAK

Digitized by Google

## **PRESENTACION**

---

El desarrollo de metodologías y tecnologías que presentan un mejor uso de los recursos naturales, así como su aprovechamiento intensivo sin que ello represente un deterioro para su potencial futuro, constituye uno de los principales desafíos del desarrollo de la agricultura en América Latina y el Caribe (ALC).

En este contexto, no cabe duda de la importancia que tienen las áreas de riego, y al mismo tiempo, el hecho de que su mal manejo tiene consecuencias inevitables tanto en lo ambiental como respecto de la degradación del potencial productivo de los recursos naturales y las inversiones. Por ello, el análisis crítico de las experiencias existentes en la región es una prioridad para el diseño de estrategias para el uso sostenible de las áreas bajo riego.

Este trabajo fue presentado en el Seminario sobre Agricultura Sostenible en América Latina, realizado en Washington, D.C., entre el 9 y el 10 de setiembre de 1992, auspiciado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Preparado por el Dr. Agustín Millar, Especialista en Riego y Desarrollo de la Agricultura Bajo Riego, destacado en la Oficina del IICA en Brasil, el documento responde al esfuerzo de los organismos internacionales de cooperación técnica y agencias de financiamiento, de generar las capacidades y las tecnologías para la solución de los principales problemas de degradación del ambiente y particularmente del suelo.

En sus páginas el lector encontrará, además de las definiciones necesarias para la interiorización del contenido del documento, múltiples consideraciones de orden disciplinario e institucional, político, social y económico que deben ser tomadas en cuenta en un trabajo que busca integrar las razones de causa y efecto de lo biofísico, con los procesos subordinados a las transformaciones

espaciales y a los rápidos cambios de orden político y económico, así como las rejerarquización de los recursos naturales que ha impulsado el nuevo paradigma.

Eduardo J. Trigo  
Director  
de Programa Generación y Transferencia  
de Tecnología, IICA

## RESUMEN

---

La agricultura bajo riego en Brasil es mayoritariamente privada. Un 95% del área irrigada corresponde a proyectos privados y un 5% a proyectos públicos.

Los problemas ambientales más importantes en las áreas bajo riego de Brasil son modificaciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, cambios en las aguas superficiales y subterráneas, impactos socioeconómicos y efectos sobre la flora y fauna.

En este trabajo se pretende analizar dichos problemas y se intenta proveer las mejores soluciones para definir, con base en la experiencia brasileña, las estrategias para el desarrollo sostenible de la agricultura irrigada en América Latina y el Caribe.

Las situaciones de proyectos de riego por analizar son:

### 1. Proyectos de iniciativa pública

No obstante la poca contribución en el desarrollo físico del área regada en Brasil, los proyectos públicos representan un valioso aporte en la solución de problemas de desarrollo regional y de la pequeña producción regada, principalmente en las regiones semiáridas.

Las mayores fallas de este tipo de proyectos se centran en aspectos tales como: a) estructurales, es decir, los relacionados con la capacidad de riego, capacidad de la red de drenaje y el desarrollo físico parcelar; b) no estructurales, que afectan la gerencia y organización de los agricultores, el sistema productivo, la eficiencia de uso de los recursos naturales de suelo y agua, las prácticas de riego y operación y el mantenimiento; c) factor hombre, o sea, la ausencia de conocimientos tecnológicos y capacitación a los agricultores en gestión empresarial, aspectos operacionales, sistemas productivos y manejo del agua.



## 2. Proyectos de iniciativa mixta

Estos proyectos son administrados por los agricultores desde su implantación, con una mínima participación del gobierno.

Los principales riesgos de estos proyectos se relacionan con la ineficiencia de los organismos ejecutores de riego, demora en la administración y funcionamiento de los distritos de riego, efectividad del nuevo modelo de asistencia técnica basado en la iniciativa privada, actitud de los agricultores frente a la responsabilidad integral del costo de las inversiones y de los costos de operación y manutención, y la aversión de los pequeños agricultores por asumir riesgos con crédito rural.

## 3. Proyectos de iniciativa privada

Estos pueden ser de distinta naturaleza:

- a) Proyectos privados en que los agricultores reciben asistencia del gobierno en crédito rural e investigación agrícola.
- b) Proyectos privados que requieren de infraestructura de apoyo (líneas eléctricas, macrodrenaje y caminos de acceso), la cual es parcialmente financiada con recursos del gobierno.
- c) Proyectos privados desarrollados bajo formas asociativas o no, en los cuales los agricultores se benefician del apoyo del gobierno para la construcción de la infraestructura y adquisición de los equipos, a nivel de la propiedad.

Estos proyectos son los más recomendados porque se localizan en áreas con infraestructura económica (caminos, energía eléctrica,

recursos hídricos) y social (educación, salud), no requiriendo inversiones adicionales por parte del gobierno.

Los proyectos privados presentan bajos costos y alta eficiencia técnica y económica, lo cual les confiere prioridad de implantación.

#### 4. Proyectos de desarrollo de riego a nivel de microcuencas hidrográficas

La utilización del riego en microcuencas hidrográficas abre grandes perspectivas para la modernización de la agricultura regional y el desarrollo de la agricultura basada en productos no tradicionales para el mercado nacional y de exportación.

La microcuenca hidrográfica es la unidad mínima de planificación, ya que da una visión global de los recursos disponibles (financieros, técnicos y socioeconómicos). Además, permite realizar una planificación integral del aprovechamiento agrícola con bases sólidas para la obtención y mantenimiento del desarrollo sostenible. Mediante ella se realiza eficientemente la conservación de los recursos naturales y la preservación ambiental.

Dado que el concepto de agricultura sostenible es de naturaleza multidimensional, y que en Brasil existe el marco institucional, las informaciones básicas de planificación y la reglamentación ambiental adecuada para mantener la agricultura bajo riego como un proceso de desarrollo sostenible, es necesario que ésta sea operacionalizada.

Los proyectos privados de riego en Brasil son los que presentan una más alta viabilidad y sostenibilidad. En contraposición, los proyectos públicos evidencian un alto riesgo desde el punto de vista de la sostenibilidad físico-biológica y económica.

---

Es urgente la implantación de programas de recuperación y modernización de los proyectos públicos de riego, a fin de obtener y mantener niveles adecuados de sostenibilidad económica y social.

Los nuevos financiamientos para los proyectos públicos deben estar orientados hacia la gestión empresarial, incluyendo los aspectos gerenciales, de operación, organización productiva, capacitación y servicios de apoyo a la producción.

Por otra parte, el desarrollo sostenible de las cuencas hidrográficas en Brasil depende mucho de la obtención de una adecuada sostenibilidad institucional. Esto solo se obtendrá con amplia participación de la sociedad organizada.

## SUMMARY

---

Irrigated agriculture in Brazil is almost exclusively a private activity, with 95% of the area under irrigation corresponding to private initiatives, and only 5% to public projects.

The most important environmental problems associated with irrigated agriculture in Brazil include physical, chemical and biological changes in soils, changes in surface and underground water, socioeconomic impact and the effects on flora and fauna.

Using the Brazilian experience as a base, this paper examines these problems and aims to provide the best possible strategies for sustainable development in irrigated agriculture in Latin America and the Caribbean.

The following types of irrigation projects are analyzed:

### 1. Public-initiative projects

Although public irrigation projects make a limited contribution to the physical development of irrigated areas in Brazil, they play an important role in solving problems related to regional development and to the irrigation needs of small farms, principally in semi-arid areas.

The major problems of this type of project are:

a) structural problems, such as those related to irrigation capacity, the capacity of the drainage network and the physical development of the plot; b) non-structural problems, which concern management issues and the organization of small-scale farmers, the production system, efficiency in the use of soil and water resources, irrigation, operational and maintenance practices; and c) the human factor, that is, the lack of technical knowledge and training for farmers in matters related to business management, operating aspects, production systems and water management.

## 2. Joint-initiative projects

These projects are administered by farmers once they are implemented, with minimum government participation.

The principal risks associated with these projects are: inefficiency of the executing agency; delays in the administration and operation of the irrigated areas; the effectiveness of the new technical assistance model, which is based on private initiative; the attitude of the farmers vis-a-vis overall responsibility for the investment as well as operating and maintenance costs; and the reluctance of small-scale farmers to take on risks associated with rural credit.

## 3. Private-initiative projects

These projects can be of three types:

- a) Private projects in which farmers receive government assistance in the form of rural credit and agricultural research.
- b) Private projects which require support infrastructure (electricity, macrodrainage and access roads), which is partially financed with government resources.
- c) Private projects developed through some form of association or otherwise, in which farmers benefit from government support for building infrastructure and purchasing equipment, at the property level.

These projects are the most recommended because they are located in areas that already have economic (roads, electricity,

water resources) and social (education, health) infrastructure, and do not require additional government investment.

Since private projects are low cost and technically and economically efficient, they are given priority for implementation.

#### 4. Microwatershed irrigation development projects

The use of irrigation in microwatersheds provides many opportunities for modernization and development of regional agriculture, and agricultural development based on the production of nontraditional commodities for both domestic and foreign markets.

The microwatershed basin is the smallest planning unit since it provides an overview of all available resources (financial, technical and socioeconomic). Moreover, it makes solid, comprehensive planning of agricultural activity possible, with a view to attaining and maintaining sustainable development. It is a means of working efficiently to conserve natural resources and the environment.

Sustainable agriculture is a multidimensional topic. Since the institutional framework already exists in Brazil, basic planning information and appropriate environmental regulations must be implemented for making irrigated agriculture an integrated part of sustainable development.

Private irrigation projects in Brazil are the most viable and sustainable. Public projects, on the other hand, represent a high risk, from the point of view of physical-biological and economic sustainability.

Programs to rehabilitate and modernize public irrigation projects, in order to obtain and maintain suitable levels of economic and social sustainability, are urgently needed.

---

**New funding for public projects must be geared toward improving business management capabilities, including management, operating, production organization, training, and the production support services components.**

**Sustainable development of watersheds in Brazil depends heavily on adequate institutional sustainability. This can only be achieved with the active participation of an organized society.**

# 1

## INTRODUCCION

En 1987, la Comisión Brundtland manifestó que la agricultura sostenible es la que busca satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

La definición anterior implica la necesidad de adoptar políticas y directrices institucionales, técnicas y socioeconómicas que tengan como base el uso y manejo racional de los recursos naturales y la conservación del ambiente. Eso significa que el concepto de agricultura sostenible es de naturaleza multidimensional y debe ser tratado como tal.

Para el caso de la agricultura bajo riego, en este trabajo se distinguirán los siguientes conceptos de sostenibilidad:

**Sostenibilidad institucional.** Alude a la existencia de un conjunto de políticas sectoriales, leyes y aspectos normativos, organización y articulación institucional, programas de apoyo y de soporte tecnológico para el adecuado desarrollo de la agricultura bajo riego.

**Sostenibilidad infraestructural.** Se refiere a la capacidad de la infraestructura básica —energía, hidráulica, caminos, almacenaje— y otros como agroindustria y plantas de frío, que posibilitan el desarrollo y permanencia de los proyectos de agricultura bajo riego.

**Sostenibilidad físico-biológica.** Es la capacidad de largo plazo del sistema suelo-agua-cultivo para producir un determinado rendimiento, lo más cercano posible al rendimiento potencial y económicamente viable.

**Sostenibilidad económica.** Atañe a la rentabilidad mínima que debe ser mantenida en la unidad de producción bajo riego para permitir una agricultura sostenible.

**Sostenibilidad social. (Sostenibilidad equitativa).** Está relacionada con el aumento de las condiciones de vida de la familia rural, a través del incremento del ingreso, empleo permanente del grupo familiar, garantía de fuente balanceada de alimentos, acceso a la educación y a los servicios sociales.



**Sostenibilidad política.** Concierno al apoyo político para que las otras sostenibilidades ocurran en soporte a las acciones de desarrollo.

De acuerdo con el conocimiento de los recursos de suelo y agua, el potencial de riego en Brasil es de 52 millones de hectáreas; actualmente se riegan tres millones de hectáreas, lo cual representa el 5% del área cultivada. En el Anexo I se incluye la distribución geográfica del área regada en Brasil.

Desde el punto de vista económico, el área bajo riego representa el 16% del volumen total de producción agrícola y el 25% del valor total de la producción agrícola del país.

La agricultura bajo riego en Brasil se desarrolla en tres regiones ecológicas —templada, subtropical y semiárida— las cuales tienen grados diferentes de fragilidad ambiental y explotadas bajo riego, son sometidas a impactos ambientales diferenciados.

Las regiones semiáridas son las que más reciben el riego como instrumento básico de los proyectos de desarrollo rural y debido a las características edafoclimáticas están expuestas a mayor degradación por el uso inadecuado del suelo y del agua, bajo condiciones de manejo intensivo de la tierra, con dos a tres cosechas por año.

Las regiones subtropical y templada tienen mejor distribución pluviométrica y el riego es de carácter complementario, con explotaciones agrícolas que ejercen menor intensidad de uso sobre los recursos naturales, y por tanto, existe un menor potencial de degradación.

En este trabajo se analizan los problemas ambientales y de sostenibilidad de los proyectos, a fin de identificar dificultades concretas y promover soluciones en el desarrollo de la agricultura bajo riego.

De acuerdo con las regiones ecológicas mencionadas, se analizan cuatro situaciones de proyectos, desde el punto de vista institucional, técnico, productivo, económico y de los impactos ambientales. La primera situación es de iniciativa privada, la segunda de iniciativa mixta (pública/privada), la tercera sobre proyectos públicos y la cuarta sobre el desarrollo del riego a nivel de microcuencas hidrográficas.

## 2

# PROBLEMAS AMBIENTALES DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO

En el pasado, la implementación de proyectos agrícolas en Brasil fue realizada sin ninguna preocupación por la sostenibilidad y la preservación ambiental. Esta situación se dio sobre todo por la no existencia de una legislación propia y rigurosa, y la falta de conciencia social y política en cuanto a la necesidad de preservar los recursos naturales.

Los proyectos de desarrollo agrícola, especialmente aquellos que han tenido por objetivo la obtención de lucros inmediatos, la capitalización y la conquista de fronteras agrícolas se han transformado en instrumentos degradadores de la capacidad productiva de los recursos naturales.

Como producto de la falta de directrices y normas ambientales y de la escasa preocupación por los impactos provocados, se desarrollaron proyectos que actualmente presentan problemas generales de sostenibilidad.

Desde 1981, con la aprobación de la Ley Nacional del Medio Ambiente, los proyectos de desarrollo han sido sometidos a análisis pormenorizados desde el punto de vista ambiental y los requisitos para su aprobación son cada vez más rigurosos.

En la agricultura bajo riego brasileña se puede mencionar que, entre los impactos ambientales de mayor ocurrencia e importancia en las áreas regadas, se destacan los relacionados con las modificaciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, los cambios ocurridos en las aguas superficiales y subterráneas, los impactos socioeconómicos, la salud pública y los efectos sobre la flora y la fauna.

La pérdida de áreas debido a deficiencias de drenaje, salinización y alcalinización de los suelos es uno de los problemas más serios que enfrentan los proyectos de riego de la región noreste de Brasil. Se estima que el área afectada por sales en la región semiárida representa del 25% al 30% del área regada.

En los suelos de textura media de la región semiárida y en la de los cerrados (sabanas de la región subtropical) están ocurriendo cambios acentuados en la estructura de los suelos, como resultado del regadío, la intensidad del uso y, principalmente, por la utilización continua de maquinaria pesada. El adensamiento de horizontes subsuperficiales forma el llamado "pie de arado" que impide el desarrollo radicular y, consecuentemente, afecta su capacidad productiva (sostenibilidad físico-biológica).

Los suelos orgánicos de los valles inundables, especialmente en la región templada de Brasil, donde la disposición y acumulación de materia orgánica ocurrió en un ambiente anaeróbico, están siendo drenados para aprovechamiento bajo riego, lo cual los expone a un proceso acelerado de oxidación de la materia orgánica con una consecuente subsidencia del suelo. Este proceso puede ser acelerado si los sistemas de drenaje no son bien planeados para evitar el resecamiento excesivo, la elevación de la temperatura interna y la combustión espontánea.

En Brasil, la preocupación por el agua siempre ha estado en relación con la planificación de su uso, pero hasta hoy poca atención se ha dado a la calidad del agua o a los efectos de los caudales de retorno de los proyectos de riego.

En la medida en que la reutilización del recurso agua aumenta, se incrementa el deterioro de la calidad de ésta, por reducción del caudal y aumento de la concentración de los contaminantes derivados de la erosión, lixiviación, iluviación y contaminación por fertilizantes, defensivos agrícolas y efluentes nocivos, subproductos de las agroindustrias agregadas a los proyectos de desarrollo de la agricultura bajo riego. El caso más representativo es la industria alcoholera asociada a la producción de caña de azúcar regada, especialmente en las regiones del norte fluminense (Río de Janeiro), interior de São Paulo y en la región noreste.

Los impactos sociales derivados de la implantación de proyectos de riego sin adecuada planificación y operación, son tan serios como los que se dan sobre el ambiente físico.

La implantación de nuevos proyectos de riego causa cambios en las funciones socioeconómicas de las poblaciones, especialmente cuando éstas no tienen tradición en el uso del recurso agua para la producción agrícola. Por ejemplo, los reasentamientos forzados son uno de los impactos sociales de mayor envergadura en el desarrollo de áreas regadas, que traen consigo la desarticulación del núcleo familiar, aumento de enfermedades, alimentación deficiente y quiebra de la articulación productiva y del acceso a los servicios educacionales y de salud.

Los reasentamientos de las poblaciones de las áreas inundadas por las represas de Sobradinho e Itaparica en la región noreste de Brasil son evidencias de los problemas humanos y productivos. Gran parte de la población reasentada ha tomado más tiempo de lo programado para readquirir una condición de equilibrio económico-social. Muchos agricultores permanecieron por más de dos años sin poder realizar una función productiva. Transformaron su actividad agrícola tradicional de secano en una de agricultura bajo riego, sin reparo gerencial ni tecnológico.

El desarrollo de proyectos hidroagrícolas en Brasil ha traído consecuencias no siempre previsibles para la salud pública, debido a que el agua es un medio favorable para la diseminación de enfermedades, mediante el transporte de patógenos bacteriales y virales.

En la región semiárida del noreste, las aguas detenidas en los canales y drenajes superficiales han provocado la proliferación de los vectores de la esquistosomiasis, malaria y fiebre amarilla, en general.

Por otra parte, ha habido un aumento de enfermedades como disentería bacteriana y hepatitis infecciosa, provocadas por aguas contaminadas provenientes de las estructuras de riego y drenaje, ya que son utilizadas como fuente de agua para consumo y también como desagüe para las excretas.

Desde el punto de vista de la conservación de la flora y la fauna, en Brasil se está promoviendo el desmonte racional y la adaptación de los métodos de riego a la topografía, como forma de minimizar la alteración de la vegetación natural y de las capas superficiales del suelo para evitar la pérdida de especies nativas y de la capacidad productiva de los suelos agrícolas.

## **PROBLEMAS QUE AFECTAN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROYECTOS DE RIEGO**

La agricultura bajo riego en Brasil es eminentemente privada; un 95% del área regada corresponde a proyectos privados y un 5% a proyectos públicos.

Los proyectos públicos, a pesar de su poca contribución en el desarrollo físico del área regada del país, representan un claro aporte a la solución de problemas de desarrollo regional y de la pequeña producción regada, principalmente en las regiones semiáridas.

A nivel de América Latina y el Caribe, los países, en una gran proporción, continúan desarrollando su agricultura bajo riego basada en proyectos públicos, lo cual es más evidente a nivel de los países centroamericanos y del Caribe.

Con base en lo anterior, se analizan los problemas que afectan la sostenibilidad de los proyectos públicos de riego.

A nivel de los proyectos públicos de riego en operación se presentan problemas de carácter estructural, no estructural y otros relacionados con las características del beneficiario, que afectan la sostenibilidad del proceso de producción bajo riego y provocan impactos directos o indirectos sobre la calidad de los recursos naturales.

### **Problemas estructurales**

#### **Institucionales**

Los problemas estructurales afectan la sostenibilidad de la agricultura bajo riego en forma indirecta, debido a los problemas institucionales y legales (sostenibilidad institucional) y en forma directa, por los problemas que afectan la sostenibilidad físico-biológica y económica.

Entre los factores más importantes desde el punto de vista de la sostenibilidad institucional están: el marco legal, el proceso de planificación y el ordenamiento de la utilización de los recursos hídricos.

En cuanto a los aspectos legales están la revisión de los instrumentos ordenadores básicos, como son el Código de Aguas y la Ley de Riego, a fin de adecuarlos a la dinámica actual de desarrollo y a los nuevos marcos institucionales, basados en la descentralización y mayor participación del sector privado; asimismo, el ordenamiento del uso múltiple de los recursos hídricos que necesita de un tratamiento prioritario, en virtud de los conflictos existentes en varias cuencas hidrográficas del país, por la falta de definiciones y de una institución responsable por la gerencia de los recursos hídricos.

Muchos de los problemas presentados por los proyectos de riego, que afectan su funcionalidad o crean problemas de deterioro de los recursos naturales, son producto de la falta de un proceso de planificación racional y efectivo con mayor control y supervisión.

### **Infraestructura interna y externa de los proyectos de riego**

Los problemas estructurales están relacionados con las deficiencias internas y externas, de carácter complementario, las cuales permiten colocar valor agregado a la producción primaria de los proyectos de riego.

Los problemas estructurales, internos a los proyectos, son aquellos que afectan la capacidad de riego, tales como la infraestructura de captación y distribución del agua, la capacidad de la red de drenaje y el desarrollo físico parcelar.

En este sentido, los proyectos públicos de riego presentan mayores problemas, debido principalmente al deterioro de la infraestructura de riego y drenaje, y de caminos por falta de mantenimiento de las obras. Esta situación afecta directamente la sostenibilidad físico-biológica y económica ya que no se puede cumplir con los requerimientos hídricos de los cultivos, obteniéndose resultados económicos más bajos que los esperados.

Lo anterior trae consigo dificultades tales como la imposibilidad de los agricultores para pagar las tarifas de agua, que representan un alto costo, y las regulaciones de la agencia ejecutora, al no disponer de recursos financieros para el mantenimiento de las obras. Este es un círculo vicioso que con el tiempo agrava la situación económica de los agricultores, se produce el deterioro de los

suelos al aumentar las pérdidas localizadas de agua, se aumentan los mantos freáticos y comienzan los problemas de sales.

En proyectos con este tipo de dificultades es necesario establecer planes de recuperación y modernización que tengan por objetivo la recolocación en un nivel adecuado de eficiencia gerencial, operacional y productiva de los proyectos de riego, los cuales no han alcanzado los objetivos técnicos, económicos y sociales previstos en su concepción.

Para obtener el éxito que se espera con su implementación, los planes de recuperación y modernización deben objetivar la solución integral de los problemas del área regada y no sólo la rehabilitación de la infraestructura física de los proyectos de riego.

Con la finalidad de dar mayor garantía a la sostenibilidad del proceso de agricultura bajo riego es necesario buscar formas de colocar valor agregado a la producción, vía industrialización de los productos primarios. La organización de empresas transformadoras de pequeño (industria casera) medio y grande porte (proceso industrial) contribuyen a estabilizar los sistemas productivos y a dar permanencia y sostenibilidad económica tanto a los agricultores como a los proyectos. Esta asociación producción-agroindustria ha contribuido al desarrollo de polos agroindustriales con resultados altamente positivos para el desarrollo regional, similar a lo que sucede en la región de Petrolina, Juazeiro, región semiárida de Brasil, donde se conjuga la asociación de la producción de 100 000 ha regadas a industrias de tomate, liofilización de varios productos, producción de pasas, dulces y conservería en general.

Los proyectos privados de riego tienen mayor sostenibilidad infraestructural porque fuera de obtener el apoyo del gobierno en infraestructura básica (energía, hidráulica, caminos) nacen, normalmente, asociados a una actividad de transformación del producto agrícola que tiene un alto retorno económico, como son las hortalizas y frutales (Cuadros 7 y 8).

## **Problemas no estructurales**

Se refieren a aquellos problemas que afectan la gerencia y la organización de los agricultores, el sistema productivo, la eficiencia de uso de los recursos naturales de suelo y agua, las prácticas de riego y operación y el mantenimiento.

La forma, calidad y eficiencia de la gerencia y administración de las áreas regadas afecta directamente la sostenibilidad económica. Considerando que

éste deberá ser un proceso autogestionario y sustentado, se coloca una gran responsabilidad en manos de los agricultores.

Por **autogestión** se entiende la capacidad de los agricultores, a través de sus organizaciones, para: 1) operar y mantener el sistema de riego interno al proyecto; 2) asumir todo el proceso productivo y de comercialización; 3) pagar el costo real del agua, deducidas las inversiones en infraestructura; y 4) generar u obtener externamente los recursos necesarios para su desarrollo.

La forma más eficiente de organización de todos los modelos utilizados para la administración y gerencia de los proyectos de riego es el Distrito de Riego, el cual se analizará más adelante.

La transformación de un proyecto público de riego en uno de tipo autogestionario no es un proceso fácil por el paternalismo acentuado que ha existido con los agricultores. Para la obtención de la autogestión de los proyectos públicos de riego, es necesario iniciar un proceso de gestión empresarial con la administración y organizaciones de los agricultores de los proyectos de riego, y así, mediante un fuerte programa de capacitación empresarial y en fases sucesivas de delegación de responsabilidades y atribuciones, llegar a la autogestión.

El proceso de privatización debe tener como base la solución integral de los problemas del proyecto de riego, a fin de obtener la estabilización y el mantenimiento de la sostenibilidad económica de las unidades de producción.

La sostenibilidad económica de los proyectos de riego depende en gran parte del nivel de los costos de operación y mantenimiento, lo cual es una manifestación de la eficiencia de captación, distribución y aplicación del agua en las fincas.

El aumento en la tarifa de agua, principalmente en los proyectos que utilizan energía, viene presionando la permanencia de determinados cultivos en los planes de producción de los proyectos de riego. Las tarifas reales varían de US\$12 por 1000 m<sup>3</sup> para proyectos de riego superficial, a US\$45 por 1000 m<sup>3</sup> para proyectos de riego por aspersión, con incidencia expresiva en los costos de producción, como se muestra en el Anexo II.

Desde el punto de vista de la capacidad de pago de los gastos de operación y mantenimiento, debido a la baja intensidad de uso del suelo —entre 0.78 y 1.4— y las bajas productividades de los cultivos, se obtienen bajos retornos económicos de las unidades de producción, lo cual define un cuadro de morosidad en el pago de las tarifas de riego, comprometiendo el mantenimiento



de la infraestructura de riego y drenaje y la aparición de impactos negativos sobre los recursos naturales (drenaje, erosión y salinización).

La solución a este problema debe buscarse en dos sentidos. Por un lado, a través de la reorganización productiva del proyecto, basada en mercados garantizados, en la disminución de los costos de producción y de agua mediante prácticas más eficientes de uso de los insumos y del agua; y por otro, en la introducción de tecnologías modernas de producción. Esto podrá representar mejoras sustanciales, especialmente en los proyectos de riego, sin problemas en la infraestructura de riego y los recursos naturales. Las soluciones de mayor impacto serán aquellas que tengan por objetivo dar una definición integral y no puntual a los problemas.

En gran parte, la falta de sostenibilidad económica de los proyectos de riego se debe a la falta de organización del proceso productivo basado en informaciones sólidas de mercado y de acuerdo con las características específicas de las unidades de producción, agrupadas en modelos especializados de producción.

Esta situación se ve agravada por la inexistencia de estadísticas agrícolas, mercados y la falta de información sobre las investigaciones agrícolas para promover los cambios tecnológicos necesarios a nivel de las unidades de producción.

Muchas áreas carecen del soporte de infraestructura de salida de la producción, como centros de acopio, *packings* y agroindustrias, lo cual adiciona una fuerte presión al proceso de comercialización.

La falta de una planificación del proceso productivo induce a la creación de una cadena de ineficiencias de los servicios, como distribución de agua, asistencia técnica, crédito y uso de insumos y de mano de obra.

La asistencia técnica es el servicio de apoyo a la producción del cual depende la sostenibilidad físico-biológica y económica. Se han utilizado diferentes modalidades para proporcionar este servicio en proyectos de riego, desde empresas estatales, mixtas, hasta la utilización de empresas privadas.

Las empresas estatales, debido a problemas de carácter administrativo, sistemática de trabajo y formación de sus cuadros técnicos no han sido capaces de dar un servicio adecuado y eficiente a los agricultores. La doble función de asistencia técnica y extensión rural hizo que la función principal de transferencia de tecnología fuera poco eficiente y no contribuyera efectivamente a resolver el problema de los agricultores.

La opción de la asistencia técnica, vía iniciativa privada, aparece como la solución al problema, principalmente basándose en los resultados exitosos obtenidos en los proyectos de riego que utilizan asistencia técnica privada. Experiencias recientes en proyectos públicos de riego indican que la utilización de grupos especializados de producción y de transferencia tecnológica tienen altos retornos económicos y se financian con los propios aumentos en productividad.

El crédito agrícola de financiamiento de la producción es básico para las unidades de producción de los proyectos públicos, pero viene siendo limitado en razón de las propias dificultades financieras que enfrentan los agricultores con el bajo retorno económico de las fincas.

Derivado de lo anterior, en muchos proyectos públicos se presentan problemas de morosidad en el pago de los créditos, y para la obtención de nuevos créditos se agrega el agravante de la exigencia de los bancos.

La sostenibilidad físico-biológica y económica de los proyectos de riego, tanto públicos como privados, depende del soporte tecnológico, representado por la disponibilidad de tecnología, recursos humanos capacitados y la eficiencia de la asistencia técnica.

Desde el punto de vista de la asistencia técnica, la transferencia de tecnología está limitada por dos factores: la disponibilidad de la tecnología en la forma adecuada para ser entendida y transferida, y las limitantes impuestas por los mecanismos e instrumentos de transferencia y adopción de la tecnología. Es común, también, que exista la tecnología pero que por falta de descodificación (adecuación para transferencia y adopción) el usuario no tenga acceso a ella.

La deficiencia en el manejo de agua a nivel de propiedad, aunado a la falta de monitoreo del desarrollo agrícola y de la evaluación de la calidad de los recursos naturales en las áreas regadas bajo intenso uso agrícola hacen que no se definan, a su debido tiempo y con la prontitud requerida, medidas de prevención para el apareamiento de los efectos nocivos y medidas mitigadoras de los impactos detectados.

En este sentido, las agencias ejecutoras del programa de riego, dentro de las directrices ambientales definidas recientemente, deberán organizarse y capacitar sus cuadros técnicos para cumplir con la responsabilidad de conservación de los recursos naturales y preservación del ambiente.

## **Factor hombre**

- Uno de los factores que contribuyen a la falta de sostenibilidad económica de las unidades de producción, especialmente en los proyectos públicos de riego, es la formación y actitud del propio agricultor. La falta de aplicación de criterios rigurosos de selección de agricultores para propiciar una agricultura empresarial moderna y eficiente, viene afectando seriamente el desempeño de las unidades de producción y de los proyectos de riego.

La ausencia de conocimientos tecnológicos y capacitación a los agricultores en gestión empresarial, aspectos operacionales, sistemas productivos y manejo de agua, vienen contribuyendo a la baja rentabilidad de las unidades de producción y al deterioro de la capacidad productiva de los suelos y de la calidad del agua, cuyos impactos son acumulativos en el tiempo.

# 4

## **POLITICAS DE PROTECCION AL AMBIENTE EN LA AGRICULTURA BAJO RIEGO**

El proceso de definición de las políticas relacionadas con el ambiente se inició en 1982 con la institucionalización de la Ley Nacional del Medio Ambiente, con el objetivo de prevenir la degradación ambiental. Pero, no es sino hasta 1986 cuando se exige la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y el Informe de Impacto del Medio Ambiente (RIMA) para obras de significativo efecto ambiental. Estos informes incluyen las directrices generales y las actividades técnicas mínimas para los medios físicos, biológicos y socioeconómicos, análisis de los impactos ambientales del proyecto, además de la definición de medidas paliativas y un programa de seguimiento y monitoreo.

En Brasil, las nuevas disposiciones marcan una nueva fase institucional que contribuirá a un tratamiento más adecuado de los problemas ambientales ligados al desarrollo.

La resolución de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), especifica la exigencia del estudio de EIA y RIMA para los proyectos de riego y drenaje, con fines de autorización ambiental. La utilización de estos instrumentos constituye un gran avance en la aplicación de la política nacional del ambiente, aunque aún subsisten problemas como los siguientes:

- El componente ambiental continúa recibiendo tratamiento segmentado. Muchas veces la EIA/RIMA se presentan como un conjunto de informes independientes y desvinculado del resto del proyecto.
- La elaboración de los EIA/RIMA ha sido vista más como una barrera burocrática para la aprobación de los proyectos, siendo necesaria su efectiva operacionalización durante la implantación y funcionamiento de los proyectos.
- La Resolución 001/86 es un dispositivo genérico aplicado a cualquier tipo de proyecto. Con frecuencia se observa que impactos de diferentes magnitudes y generados por condiciones diferentes, pasan a tener un tratamiento uniforme.

- La política nacional del ambiente define directrices generales de conservación ambiental, pero no establece políticas sectoriales y estrategias de acción global y regional. Esto es muy importante en el caso de la agricultura bajo riego, dadas las marcadas diferencias que existen entre las regiones ecológicas donde actualmente se desarrolla el riego.

La legislación vigente determina tres tipos de autorizaciones: el **permiso previo**, conferido durante la fase de planificación del proyecto; el **permiso de instalación**, otorgado previamente a la implantación del proyecto y el **permiso de operación**, concedido antes de la operación del proyecto.

El desarrollo de una política sectorial de ambiente para la agricultura bajo riego es fundamental, ya que la conservación ambiental es condición necesaria para el uso sostenible de los recursos naturales a largo plazo.

Recientemente, el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA) y la Secretaría Nacional de Riego (SENIR), elaboraron un importante Documento de Directrices Ambientales para el Sector de Riego, como instrumento orientador para el desarrollo de la agricultura irrigada.

Los objetivos básicos del Documento de Directrices Ambientales para el Sector de Riego, son los siguientes:

- a) Ordenar las acciones referentes a la conservación del ambiente (protección, preservación y recuperación ambiental) para el sector de riego, detallando las actividades para las etapas de reconocimiento, estudio de factibilidad, implantación y operación de los proyectos de riego.
- b) Definir el nivel de profundidad y detalle de los estudios ambientales para cada acción o actividad propuesta, lo cual incluye los instrumentos de evaluación de impacto ambiental de los proyectos.

El Documento de Directrices Ambientales contempla estrategias de acción que orientan la definición de áreas potenciales de riego, basado no solo en el levantamiento de recursos naturales para el desarrollo del riego, sino también en las necesidades de conservación del ambiente, en la sostenibilidad de la agricultura bajo riego y en la calidad de vida en las áreas regadas. Incluye también estrategias a nivel local, aplicables en las etapas del estudio de factibilidad, implantación y operación de los proyectos de riego, con el objetivo de incidir en un manejo racional de los recursos naturales en las áreas bajo riego.

Las directrices ambientales básicas para la planificación, implantación y operación de proyectos de riego, son definidas de acuerdo con la etapa de desarrollo de la agricultura bajo riego.

En la etapa de planificación global/regional o de reconocimiento se busca orientar los estudios básicos que serán desarrollados con el objetivo de que el proceso de selección de áreas por ser regadas permita la definición de espacios donde la relación entre impactos ambientales positivos y negativos tienda a favorecer los primeros.

En la etapa de factibilidad/anteproyecto se exige la EIA del proyecto de riego. La EIA debe contemplar las alternativas del proyecto y orientar la selección de aquella que permitirá los mayores beneficios socioeconómicos con los menores costos ambientales.

En la etapa de Proyecto Básico se elabora el Proyecto Ambiental, indicando las medidas de control y conservación ambiental que serán contempladas en el proyecto de riego.

Por ejemplo, el Proyecto Ambiental para un proyecto de riego de más de 400 ha, de gran impacto ambiental (Tipo 3), debe contemplar los aspectos de manejo sostenido de los recursos naturales, monitoreo ambiental, y recuperación y mejoría de la calidad ambiental, con los siguientes subproyectos:

#### **Manejo sustentado de los recursos naturales**

- a. Manejo del suelo
- b. Manejo del agua
- c. Manejo de la vegetación y de la fauna

#### **Monitoreo y control ambiental**

- Monitoreo del suelo
- Monitoreo de los recursos hídricos
- Monitoreo de la vegetación
- Monitoreo de la fauna
- Monitoreo del estado de salud de las comunidades locales

#### **Recuperación y mejoría de la calidad ambiental**

- a. Recuperación de los medios abiótico y biótico
- b. Saneamiento básico y salud pública
- c. Areas de importancia turística, histórica y cultural
- d. Apoyo a las actividades productivas
- e. Mejoría y ampliación de los servicios sociales

- f. Efectivación de asentamientos
- g. Capacitación y educación ambiental

La etapa de proyecto ejecutivo/implantación constituye la fase de ejecución de las obras, en la cual se establecerán las medidas de control ambiental previstas en el Proyecto Básico.

La puesta en marcha de las acciones y actividades contenidas en las directrices ambientales está basada en la diferenciación de los proyectos de riego y drenaje en cuatro tipos (0, 1, 2 y 3), considerando que los diversos proyectos causan impactos ambientales variados y que cuanto menores sean los impactos negativos del proyecto más simples serán los estudios ambientales.

La clasificación en tipos 0, 1, 2 y 3 toma en consideración el impacto ambiental global causado por el proyecto de riego (0-irrelevante; 1- pequeño; 2- mediano; 3- grande). En el Anexo, se incluyen las figuras 1, 2, 3 y 4 que muestran una representación esquemática de los proyectos de riego tipo 0, 1, 2 y 3, respectivamente, con respecto a los impactos ambientales.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen comparativo entre los tipos de proyecto, los principales criterios para su clasificación y el instrumento ambiental exigido para su autorización (permiso).

**Cuadro 1. Resumen comparativo entre los tipos de proyectos. Principales criterios para su clasificación e instrumento ambiental para su autorización.**

T	ASPECTOS DEL PROYECTO						Instrumento ambiental exigido para autorización	
	Límites del área regada (ha)		Límites de área inundada en caso de represa de captación	Aspectos generales del proyecto	Macro drenaje (largo del drenaje)	Necesidad de reasentamiento		Aspectos del medio socioeconómico y cultural
	Tierras altas	Tierras bajas						
0	Hasta 20	Hasta 10	Represa para aumento del nivel del agua, sin inundación, para facilitar la captación	Area ya explotada régimen de secano; no; productor aislado, no vinculado a proyectos de riego, público o privado	No hay	No hay	No hay conflictos y/o sitios de interés especial	Análisis de impacto ambiental simplificado
1	Entre 20 y 150	Entre 10 y 80	< 50 ha	Area virgen ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	No hay	No hay	No hay conflictos y/o sitios de interés especial	Evaluación de impacto ambiental (EIA) de acuerdo con términos de referencia de EIA para proyectos de riego tipo I



Cuadro 1 (Continuación).

T	ASPECTOS DEL PROYECTO							Aspectos del medio biótico	Aspectos del medio socioeconómico y cultural	Instrumental ambiental exigido para autorización
	Límites del área regada (ha)		Límites de área inundada en caso de represa de captación	Aspectos generales de proyecto	Macro drenaje (largo del drenaje)	Necesidad de reasentamiento				
	Tierras altas	Tierras bajas								
2	Entre 150 y 400	Entre 80 y 160	50 - 100 ha	Area virgen o ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	< 2 km	Habitaciones familiares	Desmantamiento y/o alteración sustancial de la vegetación natural, sobre todo de aquella de distribución restringida	Ocurrencia de áreas indígenas, sitios arqueológicos, espeleológicos y paisajísticos y culturales	Evaluación de impacto ambiental (EIA) de acuerdo con términos de referencia para proyectos de riego tipo 2	
	> 400	> 160	> 100 ha	Area virgen o ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	> 2 km	Núcleos habitacionales	Desmantamiento y/o alteración sustancial de la vegetación natural, sobre todo de aquella de distribución restringida	Ocurrencia de áreas indígenas, sitios arqueológicos, espeleológicos y paisajísticos y culturales	EIA/RIMA de acuerdo con la Resolución 001/86 del CONAMA y de los términos de referencia para proyectos de riego tipo 3	

1 Los criterios son indicativos. Es responsabilidad del Organismo Estatal del Medio Ambiente (OEMA) definirlos con precisión para cada proyecto específico.

Fuente: IBAMA/SENIR/PNUD/OMM 1992.

# 5

## PROYECTOS HIDROAGRICOLAS: AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

### Enfoque global

Los objetivos básicos del incentivo a la agricultura bajo riego en Brasil son: 1) contribuir para establecer en el país un patrón de desarrollo económico dinámico que rescate la justicia social y reduzca las grandes disparidades económicas y sociales existentes; 2) aumentar la producción de alimentos para garantizar la autosuficiencia en el abastecimiento nacional y formar estoques estratégicos a nivel adecuado, como forma de evitar especulación; 3) elevar el nivel de empleo y de renta rural; 4) producir excedentes exportables de productos agropecuarios; y 5) producir materias primas agropecuarias en un nivel capaz de garantizar el abastecimiento de la industria nacional.

El desarrollo de los proyectos hidroagrícolas se enmarca dentro de los nuevos lineamientos de la política de riego, los cuales priorizan el desarrollo de proyectos privados.

Según la Reseña Sectorial de Riego, la nueva política brasileña se orienta por los siguientes principios:

- a) La expansión del riego es dirigida por la demanda efectiva (*demand driven*).
- b) El riego debe constituirse en una actividad económicamente autosostenida, implantada y operada según el principio de recuperación plena de los costos de las inversiones públicas, federales o estatales.
- c) Los proyectos de riego basados en el proceso de colonización (tipo E) deben ser reconocidos como programas de carácter social. La recuperación de los costos de los proyectos concebidos en el contexto de estrategias de promoción del desarrollo regional sólo será integral después de entrar en la fase de maduración.
- d) Los proyectos contarán con apoyo gubernamental en los aspectos de infraestructura básica (energía, caminos, macrodrenaje), crédito agrícola y tecnología.

- e) La asistencia técnica a los agricultores será prestada por empresas privadas.
- f) La organización y el funcionamiento de los proyectos serán administrados por los propios beneficiarios. En este sentido, para los proyectos públicos o mixtos se favorece la creación de distritos de riego. El distrito de riego es una asociación civil, de derecho privado, sin fines de lucro, con personalidad jurídica, patrimonio y administración propia, constituida exclusivamente por los regantes del área del Proyecto de Riego, con un plazo de creación indeterminado y regida por el Código Civil Brasileño, por estatuto propio y por las normas legales aplicables.
- g) La expansión del riego se apoya en cinco tipos de proyectos, siendo tres tipos de ellos, de iniciativa privada (Proyectos A, B, C), mixto (tipo D, privado/público) y público (tipo E).
- h) Promoción de la creación de polos de desarrollo agroindustrial basados en los proyectos de riego.

Las características de los cinco proyectos básicos para el desarrollo del riego son las siguientes:

**Tipo A** - Proyectos privados en que los agricultores reciben asistencia del gobierno en crédito rural e investigación agrícola.

**Tipo B** - Proyectos privados que requieren de infraestructura de apoyo (líneas eléctricas, macrodrenaje y caminos de acceso), la cual es parcialmente financiada con recursos del gobierno.

**Tipo C** - Proyectos privados desarrollados bajo formas asociativas o no, en los cuales los agricultores se benefician del apoyo del gobierno para la construcción de la infraestructura y adquisición de los equipos, a nivel de la propiedad. El apoyo es dado, vía crédito rural, a asociaciones de agricultores o a los agricultores en forma individual.

**Tipo D** - Proyectos mixtos en los cuales el gobierno participa de forma directa en el desarrollo del riego privado, en los casos en que los costos de la infraestructura principal de riego son muy elevados y no pueden ser financiados exclusivamente por los agricultores.

Los beneficiarios de este tipo de proyectos pueden ser pequeños, medianos y grandes agricultores que se organizan en asociaciones de usuarios y requieren apoyo del gobierno para planificación, elaboración del proyecto y operación y mantenimiento del sistema principal de conducción del agua. La construcción de la infraestructura puede ser financiada mediante crédito rural, asegurándose la recuperación integral de los costos.

**Tipo E** - Proyectos públicos en los cuales del 80% al 100% del área es destinada al asentamiento de pequeños agricultores. En este tipo de proyectos el gobierno financia la infraestructura social y productiva y concede subsidio en las tarifas de agua durante la fase de maduración del proyecto.

Los proyectos de riego del tipo A, B y C son los más recomendados porque se localizan en áreas con infraestructura económica (camino, energía eléctrica, recursos hídricos) y social (educación, salud), no requiriendo inversiones adicionales por parte del gobierno. Asimismo, los proyectos privados tienden a presentar bajos costos y alta eficiencia técnica y económica, lo cual les confiere prioridad de implantación.

## **Ejemplos de proyectos típicos**

En esta sección se presentan ejemplos de proyectos típicos de inversiones privadas dentro de las regiones semiárida, subtropical y templada. Se incluye también un proyecto típico para inversión en proyectos públicos de riego y un proyecto típico de la situación más deseable del desarrollo de la agricultura bajo riego que involucra el desarrollo integral y la conservación de los recursos naturales.

### **Proyectos mixtos en la región semiárida**

#### *a) Concepción, organización y ambiente*

Bajo la concepción de proyectos mixtos se viene desarrollando un programa de riego conocido como Noreste I.

El Programa Noreste I se constituye en una iniciativa pionera del gobierno brasileño en relación con el desarrollo de la agricultura bajo riego en la región semiárida del noreste. Se abandona definitivamente la política paternalista practicada durante años y se asume una postura de privatización de la implantación de proyectos públicos de riego, comprometiendo a los productores a participar en el proceso de administración de las áreas regadas y responsabilizándolos por el pago de los costos incluidos en el proyecto.

El Programa Noreste I propone el desarrollo de una agricultura empresarial, con tecnología adecuada y estrategias agresivas de comercialización, tanto en el mercado interno como en el externo. Para esta finalidad se está implementando un proceso riguroso de selección y capacitación de regantes. La capacitación será realizada en los aspectos gerenciales, operacionales, de tecnología y mercados.

Los productores serán organizados para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas hidráulicos en distritos de riego, los cuales serán

administrados por una Asamblea General y un Consejo Fiscal, que estarán integrados por los regantes, así como una Gerencia Ejecutiva, ocupada por un técnico.

Los impactos previstos en la implantación y la operación de los proyectos de riego fueron evaluados según la metodología de impactos ambientales, creada para permitir la calificación y cuantificación del conjunto de efectos causados por las obras de ingeniería en los diferentes sectores del ambiente (medios abiótico, biótico y antrópico), tanto en el área ocupada por el proyecto como en su área de influencia.

Se dio especial énfasis a la definición de medidas de protección ambiental para la eliminación o disminución de los impactos indeseables o para la maximización de los impactos favorables. Entre las medidas abordadas se incluyen el manejo de las poblaciones, elaboración de proyecto de desmonte racional, monitoreo de agua superficial y subterránea, monitoreo de la salud pública, educación ambiental, eliminación de basura y desechos, abastecimiento de agua potable y recuperación de áreas alteradas por la ingeniería.

La localización por estado de los proyectos específicos del Programa Noreste I y sus superficies agrícolas útiles, son indicadas en el Cuadro 2.

Las metas del Programa y de los proyectos son incorporar al proceso productivo 51 688 ha regadas, asentar 4363 pequeños productores y 857 empresarios; aumentar la renta promedio anual de la familia de US\$2850 para US\$10 280 y alcanzar, en el año de pleno desarrollo del proyecto, una producción agrícola promedio anual de 574 000 ton y generar un valor bruto de la producción de 125 millones de dólares anuales.

#### *b) Aspectos técnicos*

Los proyectos específicos prevén la construcción de estaciones de bombeo, canales principales y secundarios y obras parcelarias. Los métodos de riego previstos son por gravedad, aspersión convencional y localizada. Se prevén también, obras de infraestructura eléctrica, caminos y centros de apoyo.

La sostenibilidad económica de los proyectos específicos está basada en la producción de granos, oleaginosas, hortalizas y frutas con tecnologías ya probadas en la región, y con rendimientos superiores en 1.5 a 5 veces la productividad de los cultivos de secano.

Los modelos de unidad de producción están basados en áreas que varían de 10 a 110 ha y tienen una intensidad de uso de la tierra que varía de 1.5 para los colonos y 1.6 a 1.8 para las empresas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Informaciones agrónomicas, socioeconómicas y de costos de los proyectos del Programa Noreste I.

Variables/proyecto	Formoso	Barreiras Norte	Baso Acaraú	Tabuleiro Russas	Tabuleiros Litoraneos	Platos de Guadalupe	Total
1 Localización del proyecto (estados)	Bahía	Bahía	Ceará	Ceará	Piaut	Piaut	—
2 Organismo ejecutor	CODEVASF	CODEVASF	DNOCS	DNOCS	DNOCS	DNOCS	—
3 Area útil	4 875	8 725	8 207	10 500	7 509	11 872	51 688
4 Sistema de riego <sup>2</sup>	B/G,A,L	B/A	B/A,L,PC	B/A,L	B/A,L	B/A,MA	—
5 Beneficiarios							
- Pequeños productores	615	652	747	877	638	835	4 363
- Empresarios	23	173	82	149	135	295	857
6 No. de empleos							
- Directos	4 632	6 095	6 168	8 128	5 676	7 239	37 938
- Indirectos	6 948	9 142	9 242	9 242	8 514	10 858	56 896
7 Nivel de renta neta familiar (US\$/año)	12 834	10 545	13 097	11 338	7 345	6 521	—
8 Cultivos	Arroz Algodón Frijol Maracuyá Plátano Vid	Algodón Frijol Cebolla Tomate Maracuyá Mango Plátano Cítricos	Algodón Frijol Maní Melón Tomate Zanahoria Maracuyá Mango Cítricos	Algodón Frijol Tomate Cebolla Plátano Vid Cítricos	Algodón Maní Cebolla Zanahoria Maracuyá Plátano Cítricos	Algodón Frijol Maní Cebolla Papaya Plátano Vid	—

Cuadro 2 (Continuación).

Variables/proyecto	Formoso	Barreiras Norte	Baso Acarau	Tabuleiro Russas	Tabuleiros Litoraneos	Platos de Guadalupe	Total
9 Area de la finca (ha)	10-75	12-52	13-120	12-57/110	13-32.5	13-31.5	—
10 Intensidad de uso	1.7-1.8	1.7-1.8	1.7	1.6-1.8	1.7-1.8	1.7	—
11 Costo del riego <sup>1</sup> (US\$/ha)	5 931	6 040	5 488	5 859	5 798	5 853	—
12 Costo anual 0→M (US\$/ha)	206-464	322	518-630	357-488	495	511	—
13 Evaluación económica							
- B/C (i = 11%)	1.68	1.31	1.39	1.33	1.42	1.19	—
- TIR	25.1	17.4	20.3	17.9	20.0	15.0	—
- VAN (US\$ millón)	39.51	32.30	39.42	35.42	37.67	26.92	—

1 Incluye infraestructura de riego y drenaje de uso común y a nivel parcelar.

2 Sistemas de riego: B: Bombeo; G: Gravitacional; A: Aspersión; L: Localizado; PC: Pivote Central; MA: Microaspersión.

Fuente: Programa Noreste I.

### *c) Costo del riego*

El costo de la infraestructura de riego y drenaje, de uso común y a nivel parcelario, varía entre US\$5488 y US\$6040 por hectárea (Cuadro 2).

Los costos de operación y mantenimiento son altos, entre US\$206 y US\$630 por hectárea/año, principalmente debido al uso de energía, que representa cerca del 45% de esos costos. El costo de la energía utilizada en los proyectos representa alrededor del 30% de los costos de producción agrícola.

### *d) Evaluación económica*

Los indicadores estimados para la evaluación económica de los proyectos incluidos en el Cuadro 2 muestran que los proyectos tienen viabilidad financiera satisfactoria, con tasa interna de retorno entre 15% y 25.1% para un costo de oportunidad del capital de 11%.

## **Proyectos privados en las regiones semiárida, subtropical y templada**

### *a) Concepción y organización*

Mientras el riego en la región semiárida es intensivo y permanente, en las regiones subtropical y templadas es de carácter complementario, lo cual le da una connotación diferente de sostenibilidad económica.

El desarrollo del riego privado en estas regiones se ve afectado por problemas de infraestructura básica (energía, hidráulica, caminos, macrodrenaje), disponibilidad de recursos hídricos y de suelos. La responsabilidad por la infraestructura básica es asumida por el gobierno mientras que el desarrollo a nivel de propiedad es responsabilidad, individual o colectiva, de los agricultores, a través de sus organizaciones (distrito, cooperativa, asociación).

Con base en estudios realizados por el gobierno, se identificaron en la región semiárida 281 100 ha en valles que pueden ser desarrolladas con los tipos de proyectos B (138 350 ha) y C (142 750 ha).

El desarrollo de este tipo de proyectos se basa en la decisión del gobierno de crear condiciones para la promoción de polos de desarrollo agroindustrial con base en agricultura bajo riego, similar a lo que sucede en la región Petrolina, Juazeiro en el Valle del Río San Francisco.



La concepción de los proyectos privados en la región subtropical sigue los mismos lineamientos que en la región semiárida. Las diferencias provienen fundamentalmente de las características topográficas, suelos, tamaño de la propiedad y la disponibilidad de mercados por la cercanía a grandes centros urbanos.

Por las características económicas de la región subtropical (centro, oeste y sureste), la mayoría de los proyectos son de tipo individual.

Los proyectos privados de la región templada, sur de Brasil, presentan una concepción simple ya que están basados en el aprovechamiento de los planosoles y tierras bajas en la producción de arroz, practicada en cerca del 95% de las tierras regadas (1 000 000 ha), en rotación con otros granos. El área restante se aprovecha con hortalizas en pequeñas explotaciones utilizando riego por aspersión.

La organización de los proyectos de tipo B es de completa responsabilidad del agricultor. Los proyectos de tipo C que incluyen una agrupación de agricultores deben seguir los principios y normas de organización y funcionamiento del Distrito de Riego. En estos proyectos hay recuperación integral de las inversiones del estado, vía tarifas de agua y energía.

#### *b) Recursos naturales y ambiente*

- Región semiárida

En la región semiárida, los proyectos privados se desarrollan en valles con suelos de terrazas aluviales y de valles inundables (vegas), siendo de texturas franco arenosas los primeros y arcillosas los segundos.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, los suelos de terrazas aluviales presentan baja retención de agua, baja fertilidad y alta acidez, y necesitan de un manejo adecuado de suelo, riego y operación de máquinas, y adición de materia orgánica para mantener su potencial productivo. Si los suelos arcillosos de las vegas son fértiles y de alta retención de agua, requieren de un sistema de drenaje eficiente para el control del manto freático y para evitar problemas de salinización. Pueden ser regados por métodos superficiales y soportan una leve sistematización de tierras.

Los riesgos de enfermedades son mínimos en los proyectos de riego privado, donde el abastecimiento de agua se realiza por bombeo y distribución por

tuberías, y la aplicación, en su mayoría, se realiza por métodos a presión, aspersión y localizada.

Se prevé que con el aumento de la demanda de agua se generen conflictos de uso y problemas de manejo como también una intensificación de los problemas de contaminación, especialmente del agua, por el aumento del uso de fertilizantes y defensivos agrícolas.

La región subtropical se caracteriza por poseer, principalmente, suelos ácidos, deficientes en fosfato y baja retención de agua. Desde el punto de vista de la sostenibilidad y en razón de los avances tecnológicos en manejo de suelo e introducción del riego, esta región es productora de granos, y de hortalizas y frutales en los cinturones verdes cercanos a los centros urbanos. Los agricultores tienen la posibilidad de una mayor diversificación de los cultivos y producir arroz, maíz, frijol, soya y otros.

Desde el punto de vista de los impactos ambientales, los suelos están expuestos a erosión hídrica y cambios en sus características físicas, debido al tráfico intenso de maquinaria agrícola. Ciertos riesgos, aunque limitados, se presentan con la contaminación proveniente del uso de fertilizantes y plaguicidas, por las altas tasas de infiltración de los suelos.

Como producto de la expansión del riego privado, sin control en el uso del agua, existen conflictos en algunos cursos de agua en la región de Guaira en São Paulo y Distrito Federal, que tienden a expandirse a otras regiones. Estos son problemas localizados, que con la aplicación de las directrices ambientales existentes y la realización de catastros de irrigantes tendrán una tendencia a disminuir.

- Región templada

En la región templada, los proyectos hidroagrícolas se concentran en suelos aluviales, hidromórficos, orgánicos y vertisoles, los que se encuentran ocupando tierras bajas o valles inundables (vegas).

Son suelos altamente productivos pero que normalmente requieren drenaje y manejo adecuado para su aprovechamiento, especialmente los suelos orgánicos.

El sistema de producción basado en el uso del suelo, un año con arroz y dos años de descanso, además de conservar la capacidad productiva del suelo, permite la preservación ambiental de los valles inundables.

c) *Aspectos técnicos*

- Región semiárida

Los proyectos privados se desarrollan en los valles de la región semiárida, definidos como prioritarios de acuerdo con factores de recursos naturales, ingeniería, agronómicos y socioeconómicos.

De 61 valles analizados en el noreste, se definió que existen 12 valles con prioridad para el desarrollo del riego privado, en el marco de los proyectos tipo B y C.

La mayoría de los agricultores deberán utilizar plantas de bombeo con conducción por canales abiertos, de tierra o revestidos, o a través de sistemas de distribución por tubería para aplicación del riego por gravedad, localizado o aspersión.

En áreas mayores con predominio de suelos arenosos se utilizará riego por goteo, microaspersión o pivote central, lo cual requerirá bombeo adicional para presurizar el sistema.

El desarrollo del riego a nivel de propiedad se dará con modelos de riego, cuyas características de ingeniería y agronomía se incluyen en el Cuadro 3.

Las unidades de producción utilizan tecnología ya probada y los rendimientos de los cultivos en la situación sin proyecto y con él son los siguientes:

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento sin proyecto (t/ha)</b>	<b>Rendimiento con proyecto (t/ha)</b>
Maíz	0.68	6.8
Frijol	0.37	1.8
Arroz	1.47	5.3
Algodón	0.36	2.5
Melón	13.3	25.0
Tomate	31.1	40.0
Cebolla	11.1	20.0
Plátano	25.6	35.0
Mango	20.4	25.0
Cítricos	-	25.0
Papaya	26.0	37.0
Vid (uva)	11.6	25.0
Pastos	-	88.0
Semilla de maíz	-	6.8
Semilla de frijol	-	1.8

Los modelos de unidad de producción varían entre 5 ha y 50 ha, con intensidades de uso del suelo que varían entre 1.6 y 3.

La producción de granos tiene mercado garantizado en la región, mientras que las frutas y hortalizas se destinan preferentemente al mercado del sur, y otra parte a la exportación, para lo cual existen experiencias exitosas, aunque todavía en escala reducida. La producción de semillas tiene mercado garantizado para proveer el vasto programa de riego regional. En general, los productos agrícolas de estos proyectos tienen la ventaja de producir en períodos cuando no existe producción en la región sur, obteniendo así mejores precios.

La sostenibilidad económica de los diferentes modelos de riego privado en la región semiárida está basada en la producción de granos, hortalizas y frutales, utilizando tecnología ya disponible y en uso en algunas empresas en la región.

- Región subtropical

En la región subtropical hay más de 10 millones de hectáreas bajo cultivo de secano, y una alta proporción de esta área tiene acceso a cursos de agua perennes, lo cual facilita el desarrollo del riego a través de derivación o bombeo directo.

Debido a lo anterior, se ha desarrollado y expandido rápidamente el uso de sistemas como pivote central, autopropulsión y aspersión convencional, con predominancia para el pivote central. En tierras bajas y próximas a los cursos de agua se están desarrollando aprovechamientos por inundación y surcos basados en derivación o bombeo.

La concepción de los proyectos es simple. Los proyectos de riego a presión tienen una unidad de bombeo y aducción y distribución por tuberías. Los proyectos de riego gravitacional realizan la distribución de agua por canales de tierra, sin revestir.

La concepción de ingeniería de los proyectos de riego a presión es similar a los modelos equivalentes de la región semiárida; la región subtropical (cerrados) permite la utilización de equipos mayores y con menos problemas de captación y aducción.

La sostenibilidad económica de los diferentes modelos de riego privado de la región subtropical está basada en la producción de granos y hortalizas, donde se destacan soya, arroz, maíz y trigo, y hortalizas como papas, cebolla, zanahoria, tomate y lechuga.

Las unidades de producción utilizan la tecnología existente y probada en la región. En términos de productividad se obtiene un aumento apreciable, como se indica para la situación sin proyecto y con él.

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento sin proyecto (t/ha)</b>	<b>Rendimiento con proyecto (t/ha)</b>
Arroz	4.2	6.0
Frijol	1.4	1.9
Maíz	4.5	6.5
Trigo	3.0	3.6
Hortalizas	No hay	Similar riego privado región semiárida

El área de las unidades de producción varía entre 5 ha y 100 ha, y la intensidad de uso del suelo varía entre 1.6 y 2.0.

La producción de granos tiene mercado garantizado en la misma región y las hortalizas son comercializadas para abastecer los grandes centros urbanos de la región subtropical, en los estados de Minas Gerais, São Paulo y Río de Janeiro.

- Región templada

Los proyectos de riego privados, principalmente con arroz, se realizan en los valles inundables de los estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur. Los proyectos de riego privado con hortalizas se desarrollan en pequeñas áreas, cerca de los centros urbanos.

En la región templada existe un potencial de 5 000 000 ha para el desarrollo de proyectos privados de riego.

Los proyectos son de concepción simple por tratarse de riego de arroz por inundación. En la mayoría de los casos se realizan derivaciones y/o aprovechamiento directo de represas o derivación de cursos de agua o bombeo de baja impulsión. En el caso de proyectos de riego por aspersión se realiza bombeo directo de la fuente de agua, con aducción y distribución por tuberías.

La sostenibilidad económica de los proyectos de riego privado en la región templada está basada en la producción de arroz y soya y en otros, arroz-maíz-soya. Los modelos de riego de menor representatividad pero de mayor retorno económico incluyen hortalizas como cultivos básicos.

El uso intensivo del suelo con arroz ha provocado disminución de los rendimientos debido a la incidencia de malezas. Para superar este problema y conservar la capacidad productiva de los suelos, los agricultores practican un sistema de producción que incluye un año de arroz y dos años de descanso.

De esta forma, de un total de 2.2 millones de ha de valles inundables que ya fueron sistematizadas, a cada año, dos tercios son utilizados extensivamente.

Las unidades de producción utilizan tecnología ya probada en la región. Los rendimientos de los granos, en situación sin proyecto y con él son los siguientes:

La intensidad de uso del suelo es menor que en las regiones semiáridas y subtropical, siendo de un cultivo por año.

La producción de los proyectos privados tiene mercado garantizado a nivel local y regional, especialmente las hortalizas.

Cultivo	Rendimiento sin proyecto (t/ha)	Rendimiento con proyecto (t/ha)
Arroz	5.0	7.0
Frijol	1.4	1.8
Maíz	4.5	6.5
Trigo	1.8	3.0
Hortalizas	No hay	Similar región subtropical

#### *d) Costo del riego*

Las inversiones en riego privado en la **región semiárida** varían de acuerdo con el modelo de riego, siendo de US\$4958/ha para pivote central, US\$4401/ha para goteo, US\$2560/ha para aspersión y alrededor de US\$1500/ha para sistemas gravitacionales (Cuadro 3).

Los costos de operación y mantenimiento varían de US\$68/ha para sistemas por gravedad y de US\$339/ha a US\$527/ha para sistemas de riego a presión. En estos sistemas de riego, el costo de la energía representa entre el 39.5% y el 56.1% del costo de operación y mantenimiento.

El costo del riego privado en la **región subtropical** es de US\$2400/ha para pivote central y autopropulsión, US\$1990/ha para aspersión convencional, US\$970/ha para sistemas gravitacionales con bombeo y US\$670/ha para sistemas gravitacionales con derivación (Cuadro 4).

**Cuadro 3. Características de los modelos de riego privado a nivel de propiedad en la región semiárida.**

Variables/modelo	A	B	C	D	E	F	G
1 Área de riego (ha)	50	50	50	10	10	5	5
2 Tipo de suelo	Arenoso	Arenoso	Arcilloso	Arenoso	Arcilloso	Franco	Arcilloso
3 Posición	Terraza	Terraza	Zona baja (vega)	Terraza	Zona baja (vega)	Terraza	Zona baja (vega)
4 Sistema de riego	B/Pivot Central (100%)	B/Goteo (50%) Aspersión (50%)	B/Gravedad (100%)	B/Aspersión (100%)	B/Gravedad (100%)	B/Aspersión (100%)	B/Gravedad (100%)
Recalque (m)	50	50	4	50	4	10	4
Altura manométrica total (m)	80	75	14	80	10	45	6
Caudal de diseño (l/s/ha)	1.57	1.65	1.99	1.77	2.58	1.97	2.21
Bombas (Hp)	140	138	31	31	6	10	2
Transformador (KVA)	139	125	28	29	5	9	2
5 Uso y costo del agua							
- M <sup>3</sup> /ha/año	12 185	12 928	19 971	14 261	20 346	15 291	20 886
- Costo energía (US\$/año)	10 795	10 409	2 804	2 429	436	741	140
- Costo del agua (US\$/1000 m <sup>3</sup> )	17.7	16.10	2.80	17.00	2.10	9.70	1.30

Cuadro 3 (Continuación).

Variables/modelo	A	B	C	D	E	F	G
6 Cultivos	Maíz/ Maíz semilla Frijol Frijol semilla	Frijol Melón Tomate Cebolla Papaya Cítricos Vid	Algodón Arroz Frijol Tomate Plátano Mango	Frijol Algodón Tomate Cítricos Papaya	Frijol Algodón Arroz Plátano Mango	Frijol Cebolla Tomate Cítricos Papaya	Frijol Arroz Tomate Mango Plátano
7 Intensidad de uso	3.0	2.24	2.06	1.60	1.60	1.80	1.80
8 Costo del riego (US\$/ha)	4 958	4 401	1 570	2 560	1 555	2 560	1 555
9 Costo anual 0+M (US\$/ha)	458	527	102	433	84	339	68
- Energía (%)	47.1	39.5	55.0	56.1	51.9	43.7	41.2
10 Aumento renta neta anual (US\$/ha)	110	690	635	210	820	725	1 020
11 Evaluación financiera							
- TIR (%)	13.4	25.9	24.7	20.4	46.0	33.4	55.7

Fuente: SENIR.



**Cuadro 4. Características de los modelos de riego privado a nivel de propiedad en la región subtropical.**

Variables/modelo	A	B	C	D	E	F	G
1 Área de riego (ha)	100	50	12	12	10	5	5
2 Sistema de riego	B/Pivot Central	B/Auto-propelido	D/Inundación surcos	B/Inundación surcos	B/Aspersión	B/Surcos	B/Aspersión
3 Cultivos	Algodón Soya Maíz Frijol Tomate Trigo	Papas Zanahoria Cebolla Tomate Lechuga Frijol Maíz	Arroz Maíz Frijol	Arroz Maíz Frijol	Soya Frijol Trigo	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla
4 Costo del riego	2 340	2 490	670	970	1 990	1 080	1 990
5 Costo anual 0+M (US\$/ha)	143	144	27	72	118	77	121
- Energía (%)	39.1	35.4	-	54.2	37.3	46.8	38.8
6 Beneficios financieros	240-560	3 010	430	130	210	1 000	3 620
- Beneficio (US\$/ha)	25	32	24	19	24	47	44
- TIR (%)	0.115	0.473	0.071	0.071	-	0.803	0.803
7 Generación de empleos (persona/ha/año)							

Fuente: SENIR.

Cuadro 5. Características de los modelos de riego privado a nivel de propiedad en la región templada.

Variables/modelo	A	B	C	D	E	F
1 Área de riego (ha)	120	120	12	12	5	5
2 Sistema de riego	B/Inundación surcos	B/Inundación surcos	D/Inundación surcos	B/Inundación surcos	B/Surcos	B/Aspersión
3 Cultivos	Arroz Soya	Arroz Soya	Arroz Maíz Frijol	Arroz Maíz Frijol	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla Otros	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla Otros
4 Costo del riego (US\$/ha)	650	880	670	970	1 080	1 990
5 Costo anual 0+M (US\$/ha)	26	61	27	61	72	115
- Energía (%)	-	45.9	-	45.9	43.1	35.6
6 Beneficios financieros						
- Beneficio neto anual (US\$/ha)	240	80	430	130	1 000	3 620
- TIR (%)	25	23	24	19	47	44
7 Generación de empleos (persona/ha/año)	0.063	0.063	0.071	0.071	0.803	0.803

Fuente: SENIR.

Los costos anuales de operación y mantenimiento varían de US\$27/ha para sistemas gravitacionales con derivación a US\$144 para sistemas de riego por pivote central-autopropulsión. El costo de la energía representa un alto valor del costo de operación y mantenimiento, variando del 35.4 al 54.2%.

El costo del riego privado en la **región templada**, que se caracteriza por ser de carácter complementario, varía de US\$650/ha para sistemas gravitacionales (Modelo A) a US\$1990/ha para riego por aspersión de hortalizas (Modelo F) (Cuadro 5).

Los costos anuales de operación y mantenimiento son bajos en virtud de la simplicidad de los proyectos de ingeniería, variando entre US\$26 y US\$115/ha. El componente de energía aún es alto, entre 35.6 y 45.9%, pero menor que en las regiones semiáridas y subtropical, debido a menores impulsiones de agua.

#### e) *Evaluación económica*

Los modelos de riego privado representan una alternativa económica factible en la **región semiárida**. Los aumentos en la renta neta anual varían de US\$110/ha (modelo A, pivote central de 50 ha) a US\$1020/ha (Modelo G, cinco ha con riego superficial). Las diferencias en renta neta anual se deben, principalmente, a menores inversiones y menores costos de operación de los modelos de riego gravitacional.

El análisis de los modelos de riego privado sugiere que las inversiones sean atractivas, con tasas internas de retorno que varían del 13.4% (Modelo A) al 55.7% (Modelo G).

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de las variables de ingeniería, agrícolas y económicas de los diferentes modelos de riego privado en la **región semiárida**.

Los proyectos de riego privado en la **región subtropical** tienen un alto retorno económico, con beneficios netos anuales por hectárea que varían de US\$130/ha (Modelo E de 10 ha con granos) a US\$3620/ha (Modelo G, con hortalizas).

El riego privado tiene amplias perspectivas de desarrollo en la **región** como lo muestran los indicadores de factibilidad financiera. La tasa interna de retorno varía del 19 al 47 por ciento.

La expansión del riego privado en la **región subtropical** está supeditada a las inversiones que debe realizar el gobierno en infraestructura básica,

principalmente para mejorar la distribución de energía. Se estima que las inversiones del gobierno en infraestructura básica son del orden de US\$300-700/hectárea.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de las variables agrícolas y económicas de los sistemas de riego privado en la región subtropical.

Los modelos de riego privado en la **región templada** tienen factibilidad financiera, incluso los que basan su sostenibilidad económica en la producción de granos.

Se obtiene un aumento en el beneficio neto anual que varía de US\$80/ha (Modelo B, granos) a US\$3620/ha (Modelo F, hortalizas).

Desde el punto de vista de los agricultores, la inversión es atractiva, con tasas internas de retorno que varían del 19 al 25% (proyectos con granos) al 47% (proyectos con hortalizas).

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de las variables agrícolas y económicas de los sistemas de riego privado, en la región templada.

### **Recuperación y modernización de los proyectos públicos de riego**

Desde 1986 la CODEVASF viene implementando un programa de rehabilitación de proyectos públicos de riego en un área de 20 321 ha.

La acción básica del programa ha sido la rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje de uso común y algunas acciones puntuales en operación y mantenimiento, y a nivel de propiedad.

Diversos problemas de carácter institucional, técnico y financiero impidieron la obtención de las metas físicas y de mejoría de la situación económica de los proyectos de riego.

Entre las dificultades institucionales es importante destacar la debilidad gerencial de las organizaciones de los agricultores, las diferentes formas de organización con objetivos en conflicto, acciones paralelas de rehabilitación y construcción de nuevos proyectos, fases diferenciadas del proceso de autogestión entre proyectos en rehabilitación y otros.

En cuanto a los problemas técnicos están la falta de estudios básicos para inicio de los trabajos de rehabilitación, baja calidad y alta rotatividad del

personal técnico, falta de implantación del sistema normatizado de operación y mantenimiento y bajos niveles de eficiencia de aplicación del agua (15-25%).

Entre los problemas financieros enfrentados por el proyecto de rehabilitación se encuentran la escasez de recursos financieros de contrapartida nacional, competencia de recursos entre rehabilitación y nuevos proyectos, y utilización de los recursos de rehabilitación con otras finalidades.

En el Cuadro 6 se incluye la evolución de los indicadores de producción de los ocho proyectos incluidos en el Programa de Rehabilitación de la Compañía de Desarrollo del Valle de San Francisco (CODEVASF) en un período de cuatro años. Los resultados indican que las metas fijadas para el programa no se cumplieron, en gran parte debido a los problemas mencionados, pero también a la falta de una solución integral de los problemas de los proyectos de riego, a nivel organizacional, gerencial, operacional y productivo.

Este deberá ser el marco de la acción de desarrollo en los programas futuros de recuperación y modernización para rescatar los proyectos públicos y recolocarlos en niveles adecuados de sostenibilidad económica y social.

La recuperación y modernización de los proyectos públicos de riego debe ser analizada bajo cuatro ópticas: la primera de carácter social, por las repercusiones que provocará con su implantación, la segunda dentro del punto de vista de los impactos económicos, la tercera desde el punto de vista de la sostenibilidad y preservación de la calidad de los recursos naturales y del medio ambiente y la cuarta en el contexto de la aplicación y retorno de las inversiones realizadas por el gobierno y la privatización de los proyectos.

Desde el punto de vista social, se crean las condiciones adecuadas de sostenibilidad para que la familia rural obtenga ingresos que le permita niveles de vida superiores a los actuales.

En cuanto al carácter económico, la modernización de los proyectos de riego en los aspectos gerenciales, operacionales y productivos, posibilitan la reorganización productiva y de comercialización en bases más sólidas, creando condiciones para la implantación de agroindustrias y la especialización de la producción para cultivos de mayor retorno económico para el mercado interno y de exportación.

Cuadro 6. Evolución de los indicadores de producción en ocho proyectos públicos en rehabilitación, en el lapso 86-87 — 89-90.

Indicadores	Unidad	Meta	Sao desiderto/barreiras sul				Formosinho				
			1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Agricultores	nr	437	297	297	298	302	37	32	33	40	40
Area cultivada regada	ha	2 003	1 594	1 645	1 669	1 744	327	138.5	266	326	326
Area en rotación	ha	4 006	1 848	1 831	1 586	1 234	654	138.5	406	473	341
Producción total	t	30 245	4 864	6 310	3 527	3 502	4 940	176.1	596	894	386
Producción total /ha	t	7.5	2.6	3.4	2.2	3.3	7.5	1.3	1.5	1.9	1.0
Intensidad uso del suelo	nr	2	1.2	1.1	1.0	0.7	2	1	1.5	1.5	1.2
Indice com- puesto de pro- ductividad	nr	100	53.6	47.3	43.2	45.0	100	70.6	51.5	64.0	44.0

Cuadro 6 (Continuación).

Indicadores	Unidades	Geraima				Estreito I					
		Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Agricultores	nr	132	108	108	108	108	190	53	53	54	137
Area cultivada regada	ha	757	670	591	482	757	950	308	300	287	646
Area en rotación	ha	1 514	672	375	391	821	1 900	307	209	231	697
Producción total	t	11 430	2 315	1 671	1 527	3 338	14 352	386	391	274	787
Producción total /ha	t	7.5	4.3	4.4	3.9	4.8	7.5	1.2	1.9	1.2	1.1
Intensidad uso del suelo	nr	2	1	0.6	1.0	1.3	2	1	0.7	0.8	1.1
Indice com- puesto de pro- ductividad	nr	100	81.0	98.2	104.6	100.0	100	58.6	83.3	58	44.0

Fuente: FAO 1992.

Cuadro 6 (Continuación).

Indicadores	Unidades	Estreito II					Curaca				
		Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Agricultores	nr	112	57	57	57	58	267	267	267	267	267
Area cultivada regada	ha	450	231	322	305	308	1 776	1 364	1 807	1 807	1 807
Area en rotación	ha	900	374	251	251	298	3 928	1 343.3	1 174	1 742	1 287
Producción total	t	6 795	447.5	404	294	321	26 827	14 610.9	8 149	10 064	6 336
Producción total /ha	t	7.5	1.2	1.6	1.2	1.1	7.5	10.06	6.9	5.8	4.94
Intensidad uso del suelo	nr	2	1.6	0.8	0.8	1.0	2	0.99	0.65	0.1	0.75
Indice com- puesto de pro- ductividad	nr	100	57.7	75.4	56.1	49	100	76.83	68.5	67.0	75.6



Cuadro 6 (Continuación).

Indicadores	Unidades	Meta	Gorutuba			Manicoba					
			1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	Meta	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Agricultores	nr	265	265	377	372	379	291	231	232	232	232
Area cultivada regada	ha	1 881.9	1 865.7	2 486	2 520	1 266	2 084	989	1 881	1 881	1 881
Area en rotación	ha	3 763.8	1 791.3	2 427	2 156	1 763	3 776	1 488.4	1 437	2 060	1 732
Producción total	t	28 431.1	2 793.5	5 622	4 265	2 353	28 520	9 998.5	9 318	10 325	5 847
Producción total /ha	t	7.6	1.6	2.3	2.0	1.3	7.5	6.7	6.5	5.0	3.38
Intensidad uso del suelo	nr	2	0.96	1.0	0.9	1.4	2	1.5	0.76	1.2	0.96
Indice com-puesto de pro-ductividad	nr	100	61	65	62.1	59.4	100	50.2	51.7	57.4	70.6

Fuente: FAO 1992.

En lo referente a la conservación de los recursos naturales y del ambiente, a través de la solución integral de los problemas estructurales y no estructurales de los proyectos de riego en operación, se obtiene y se asegura la sostenibilidad físico-biológica y económica, lo cual permite el mantenimiento de una agricultura moderna y eficiente, minimizando los impactos adversos en los recursos naturales y el ambiente. Por otra parte, a través de esta acción se recuperan y colocan en producción importantes áreas con infraestructura de riego, cuyos suelos tienen serios problemas de salinidad y alcalinidad.

En relación con el gobierno, se realiza la complementación necesaria, técnica y financiera, para potenciar la utilización de los recursos gubernamentales y permitir la consolidación de los proyectos de riego, y propiciar su privatización para la iniciativa privada, empresarial y de las organizaciones de los agricultores.

#### *a) Concepción y organización*

Un proyecto de riego que opera durante un lapso sin obtener las metas previstas es considerado como un proyecto que precisa de rehabilitación o recuperación. Deben ser distinguidos dos conceptos:

**Rehabilitación (o recuperación):** es el proceso de renovación de un proyecto de riego existente, cuyo desempeño no obtiene los objetivos técnicos, sociales y económicos originalmente previstos. Esto implica la mejoría de la infraestructura física, del desarrollo físico parcelario, de los sistemas de producción, de la gerencia, de los servicios de operación y mantenimiento y de apoyo a la producción, y aspectos institucionales.

**Modernización:** es el proceso de mejoría de un proyecto existente, que viene cumpliendo con los objetivos originales para potenciar los objetivos técnicos, sociales y económicos. Esto implica la adopción de tecnologías modernas en todos los sectores, principalmente en los sistemas de producción agrícola y de manejo de agua, y en el uso de equipos y su automatización.

Las acciones de recuperación y modernización de los proyectos públicos de riego deben estar dirigidas hacia la solución integral de los problemas del área de riego y no sólo a la rehabilitación de la infraestructura física, para dar condiciones para la obtención y mantenimiento de la sostenibilidad económica y social.

Los programas de recuperación y modernización deben incluir los siguientes componentes estratégicos:

- 1) Rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje
- 2) Planes agrícolas intensivos y cultivos de mayor retorno económico, incluyendo cultivos permanentes con mercado garantizado.
- 3) Utilización de tecnologías modernas de producción, manejo del agua de riego y uso y manejo de los insumos.
- 4) Capacitación operativa de carácter gerencial, operacional y productivo, de los agricultores y del personal técnico.
- 5) Reorganización y estructuración de la empresa de producción en moldes empresariales.
- 6) Reorganización de los servicios de operación y mantenimiento y de los servicios de apoyo a la producción.
- 7) Recuperación de suelos degradados (problemas de sales, erosión, fertilidad y otros) y calidad del agua.
- 8) Acciones integradas de transferencia de tecnología (unidades de observación y demostración, capacitación operativa y uso de medios de difusión).
- 9) Montaje de unidades de monitoreo y evaluación (retroalimentación de informaciones, evaluación de desempeño y de impacto).
- 10) Montaje de unidades operativas y de programas para el monitoreo y evaluación de los recursos naturales y ambiente objetivando acciones preventivas.

Una parte importante del proceso de recuperación y modernización es la consolidación y privatización de los proyectos. En este sentido, el esfuerzo debe estar a para formar organizaciones de productores, fuertes y estables, con capacidad gerencial para asumir la administración de los proyectos de riego.

Considerando la precariedad de las organizaciones actuales de los agricultores, planes agrícolas poco expresivos en términos económicos, bajas productividades obtenidas en la mayoría de los cultivos, falta de maquinaria e implementos agrícolas y de mantenimiento, y la necesidad de rehabilitar la

infraestructura de los proyectos de riego, el programa de privatización de los proyectos se debe implementar por fases.

Debido a la complejidad del proceso gerencial y de operación de los proyectos de riego, la transferencia de responsabilidades y atribuciones a los beneficiarios de los sistemas de riego se debe dar en tres fases: precogestión, cogestión y autogestión.

Durante el período de precogestión, que debe durar entre seis y 18 meses, una Comisión Mixta realiza la gerencia del proyecto. En esta fase se lleva a cabo la consolidación de la organización de los usuarios; capacitación gerencial, cooperativista, de operación y para producción de los agricultores, y definición y firma de instrumentos legales.

Durante el período de cogestión, con duración estimada de dos años, se implantan y consolidan las organizaciones de los agricultores, se produce la transferencia total de bienes y servicios por parte de la agencia ejecutora a la organización de los agricultores y se solucionan los problemas jurídicos y de asentamiento. Se realiza, también, la estructuración de los servicios y su fortalecimiento gerencial y de operación. Además, se implanta un programa intensivo de capacitación de los técnicos, funcionarios administrativos y los agricultores.

El período de autogestión corresponde a la fase privatizada del proyecto de riego. Las organizaciones de los agricultores funcionan como empresas con todas sus unidades estructuradas e integradas para la administración y gerencia del proyecto de riego, con agilidad y eficiencia.

En esta fase, la Agencia Ejecutora (CODEVASF o el Departamento Nacional de Obras contra la Sequía (DNOCS) no tiene ninguna injerencia en el proyecto de riego, y sólo realiza funciones de monitoreo y evaluación, así como de asesoría técnica y administrativa mediante solicitud de la organización de los agricultores.

#### *b) Localización, objetivos y metas*

Los proyectos públicos de riego, motivo de acciones de recuperación y modernización, están localizados en la región noreste. En esta región, el uso intensivo de los recursos naturales y la falta de experiencia en agricultura irrigada de los productores coloca en serio riesgo la sostenibilidad físico-biológica y económica de los proyectos de riego.

En la región noreste existen 100 000 ha de riego público, de las cuales cerca de 45 000 ha requieren recuperación y modernización, acción que beneficiaría a 7000 agricultores y a una población de 35 000 personas.

### *c) Aspectos técnicos*

- Ingeniería

Desde el punto de vista de ingeniería, las acciones se reducen a la rehabilitación de las obras de riego y drenaje, de uso común y a nivel parcelario, red de caminos, y en algunos casos, instalación de drenaje subterráneo y recuperación de suelos afectados por sales.

- Desarrollo agrícola

La sostenibilidad económica de los proyectos públicos de riego está seriamente amenazada por deficiencias de gestión gerencial, de operación y organización productiva. La organización productiva basada en producción de granos es de bajo retorno económico (Cuadro 7) y hay necesidad de intensificar y diversificar la producción de los proyectos públicos, con hortalizas y cultivos permanentes.

Las hortalizas y frutales tienen alta renta neta por hectárea, como se indica en los Cuadros 7 y 8, respectivamente.

Las unidades de producción no deberán tener más de un 40% del área ocupada por frutales, debido al alto costo de la implantación y necesidad de mantener la sostenibilidad social de la familia rural de los proyectos públicos durante los primeros años del proyecto.

### *d) Alternativas técnicas y costos de la recuperación y modernización*

Los proyectos públicos de riego se encuentran en diferentes fases de desarrollo y los retornos económicos son diferenciados en función de su grado de estabilización gerencial, operativa y productiva.

Una proporción apreciable de los proyectos públicos tiene unidades de producción de cinco a seis hectáreas, con renta neta mensual de tres salarios mínimos, lo cual es bajo para el tipo de las inversiones realizadas. Una renta neta adecuada al tipo de empresa debe ser de 8-15 salarios mínimos mensuales por unidad de producción.

Tomando como base la información y experiencia ganada con el desarrollo del programa de rehabilitación de 20 000 ha de CODEVASF y los resultados de tipificación de costos obtenidos por el Convenio Programa Nacional de Irrigación (PRONI)/IICA en proyectos de DNOCS, se pueden identificar varias opciones de intervención para propiciar la sostenibilidad económica de los proyectos, y recuperar y conservar los recursos naturales.

**Alternativa A:** Acción integral de recuperación y modernización de proyectos de riego.

Esta intervención es de mayor envergadura, ya que tiene el objetivo de dar una solución integral y permanente a los problemas de infraestructura, organización, gerencia y aspectos operativos y productivos.

**Cuadro 7. Productividad, costo de producción, valor de la producción y renta neta de algunos cultivos anuales bajo riego en el Valle del Río San Francisco, Región Noreste de Brasil.**

Cultivos anuales	Productividad kg/ha	Precio de los productos (US\$/ha)	Costo de producción (US\$/ha)	Valor de la producción (US\$/ha)	Renta neta (US\$/ha)
Zapallos	18 000	0.062	570.50	1 129.18	558.68
Cebolla	18 000	0.186	1 727.42	3 345.72	1 618.30
Zanahoria	25 000	0.418	1 257.70	10 455.40	9 197.80
Frijol ( <i>Phaseolus</i> )	1 800	0.279	324.44	501.86	177.42
Frijol ( <i>Vigna</i> )	1 200	0.170	150.00	204.46	54.46
Sandía 1	25 000	0.114	860.54	2 846.19	1 985.65
Sandía 2	15 000	0.114	591.28	1 707.71	1 116.43
Maíz	4 500	0.108	429.27	325.27	56.73
Pimentón industrial	14 000	0.12	784.19	1 680.00	895.81
Tomate industrial 1	45 000	0.054	1 577.04	2 437.15	860.11
Tomate industrial 2	35 000	0.054	1 202.19	1 895.56	693.37
Pimentón mesa	14 000	0.232	784.19	3 252.79	2 468.60
Tomate mesa	20 000	0.215	1 577.04	4 308.92	2 731.88
Pepino (semilla)	250	5.66	652.46	1 415.83	763.37
Frijol verde (semilla)	1 000	1.74	473.10	1 742.57	1 269.47
Lechuga (semilla)	400	4.15	504.15	1 661.25	1 157.10

Fuente: GATE (Convenio CODEVASF/IICA, abril 1992).

**Cuadro 8. Productividad, costo de producción, valor de la producción y renta neta (proyecto estabilizado) de algunos cultivos frutícolas bajo riego en el Valle del Río San Francisco, Región Noreste de Brasil.**

Cultivos anuales	Productividad kg/ha	Precio de los productos (US\$/ha)	Costo de producción (US\$/ha)	Valor de la producción (US\$/ha)	Renta neta (US\$/ha)
Acerola	(5)*	0.586	1 424.00	12 764.12	11 340.12
Plátano (Pacován)	(2)	0.117	1 669.00	7 039.41	5 370.41
Plátano (agua)	(2)	0.056	2 010.00	4 629.80	2 619.80
Coco	(4)**	0.139	919.00	4 516.75	3 597.75
Papaya hawai	(2)	0.185	1 546.00	9 293.68	7 747.68
Papaya formosa	(2)	0.185	1 614.00	11 152.41	9 538.42
Guayaba	(5)	0.197	983.00	5 924.72	4 941.72
Limón	(4)	0.046	1 216.00	2 323.42	1 107.42
Mango 1	(5)	0.302	1 079.00	4 530.67	3 451.67
Mango 2	(5)	0.302	1 301.00	7 249.07	5 948.07
Vid (uva de mesa)	(4)	0.508	6 860.00	20 306.69	13 446.69
Ananás	(4)	0.209	814.00	3 920.77	3 106.77

\* Año de estabilización del proyecto.

\*\* Unidad/ha

Fuente: GATE (Convenio CODEVASF/IICA abril 1992).



Los costos unitarios de esta alternativa son los siguientes:

<b>Componente</b>	<b>Costo Unitario</b>
– Rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje (uso común y propiedad)	US\$2500/ha
– Máquinas y equipos	US\$ 369/ha
– Programa de capacitación	US\$ 300/agricultor
– Asistencia técnica especializada	US\$ 600/agricultor/año
– Servicios de apoyo (estudios, proyectos ejecutivos, consultoría)	US\$ 479/ha
– Implantación de cultivos permanentes	US\$3500/ha

Para este tipo de alternativa, en Brasil existe la necesidad de realizar una acción integral de recuperación y modernización en 33 000 ha de proyectos públicos de riego, lo cual requiere de un financiamiento del orden de US\$165 millones.

Los proyectos de este tipo permiten un aumento expresivo en el nivel de renta familiar, desde una situación actual de dos a tres salarios mínimos mensuales. La tasa interna de retorno de estos proyectos es de 22 por ciento.

#### **Alternativa B: Rehabilitación y recuperación de suelos sódicos/salinos.**

En los proyectos públicos de riego de la región noreste hay cerca de 12 000 ha con problemas de sales, que precisan de recuperación para integrarlas al proceso productivo.

Además de la rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje se requieren acciones específicas de lavado de las sales, manejo de suelo (subsólaje, aplicación de yeso y materia orgánica) y un sistema de producción agrícola específico, para ser aplicado durante un período de cinco años, basado en cultivos resistentes a las sales como arroz, algodón, pasto Rhodes y coco. A partir del sexto año, con el suelo recuperado, se introduce el plan agrícola normal.

En el Proyecto São Gonçalo, en el Estado de Paraíba, este tipo de acción tiene un costo de US\$4000/ha, lo cual incluye rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje (US\$1600/ha), desarrollo parcelario (US\$600/ha) y drenajes subterráneos (US\$1800/ha).

La rehabilitación de la infraestructura y recuperación de las 12 000 ha de suelos sódicos en la región noreste requiere cerca de US\$50 millones.

Este tipo de proyecto presenta una relación beneficio/costo de 1.23 ( $i=12\%$ ) y una tasa interna de retorno de 14.8%. Esto indica que es financieramente viable la recuperación de suelos degradados.

#### **Alternativa C: Acción intensiva de asistencia técnica especializada**

Existen muchos proyectos públicos de riego que cuentan con buena infraestructura de riego y drenaje y aceptable organización, en los cuales el problema básico para lograr la sostenibilidad económica está en las deficiencias de los servicios de asistencia técnica, normalmente estatales. A través del Convenio CODEVASF/IICA se implantó un equipo de asistencia técnica especializada en el Proyecto de Riego Senador Nilo Coelho (15 000 ha) en los moldes de una empresa privada.

La acción del equipo técnico se basó en la organización de grupos de producción y transferencia de tecnología a 300 de 1400 agricultores del Proyecto. Los resultados, después de un año de operación, indican que el valor neto del aumento de producción en una cosecha de tomate era equivalente a 5.8 veces el costo de la asistencia técnica.

Extendiendo el uso de asistencia técnica especializada a toda el área del proyecto con costo de US\$650/agricultor y aplicando los resultados de ganancia en productividad al plan agrícola normal del proyecto de riego, se encontró que la relación beneficio/costo era de 1.79 ( $i=12\%$ ) y la tasa interna de retorno de 87.6%.

#### **Alternativa D: Modernización selectiva en gestión empresarial, asistencia técnica especializada y monitoreo ambiental.**

Al considerar la situación de proyectos de riego sin problemas de infraestructura, pero con problemas de gerencia, organización productiva y asistencia técnica, siempre se está preguntando si los agricultores son capaces de financiar los servicios de apoyo e incluso el monitoreo ambiental para mantener la sostenibilidad físico-biológica y económica.

Tomando como base la información gerencial, de operación y productividad del Proyecto de Riego de Maniçoba (1964 ha, captación por bombeo y riego

gravitacional) que viene funcionando con los problemas indicados, se proyectó una situación mejorada bajo las siguientes condiciones:

- Establecimiento de una unidad de gerencia empresarial como apoyo a la cooperativa existente, con costo anual de US\$65/ha.
- Asistencia técnica especializada, con costo anual de US\$130/ha (US\$650/agricultor).
- Operación y mantenimiento, con costo anual de US\$168/ha.
- Capacitación gerencial, operativa y productiva (US\$400/agricultor).
- Realización de monitoreo ambiental, con costo anual de US\$26/ha.
- Establecimiento de un plan agrícola basado en la producción de hortalizas y utilización del 40% del área con frutales (acerola, mango y vid) con una inversión de US\$4 millones.
- Inversión inicial de US\$320 000 para recuperación de la fertilidad del suelo (80% del área a US\$200/ha)

Esta situación de modernización selectiva precisa de una inversión inicial de US\$2214/ha y tiene costos anuales de las acciones de apoyo (gerencia, asistencia técnica y monitoreo) de US\$221/ha.

La implantación de esta modernización selectiva es financieramente viable, con una relación beneficio-costado de 1.89 ( $i=12\%$ ) y tasa interna de retorno de 37.1%. La renta neta anual, en situación de proyecto estabilizado, es de US\$2478/ha.

### **Desarrollo del riego a nivel de microcuencas hidrográficas**

La utilización del riego como instrumento básico del desarrollo sostenido en microcuencas hidrográficas, en regiones con recursos hídricos limitados, abre grandes perspectivas para la modernización de la agricultura regional y el desarrollo de la agricultura basada en productos no tradicionales para el mercado nacional y de exportación.

La microcuenca hidrográfica es la unidad mínima de planificación, la cual además de dar una visión global de los recursos disponibles —financieros,

técnicos y socioeconómicos— permite realizar una planificación integral del aprovechamiento agrícola con bases sólidas para la obtención y mantenimiento del desarrollo sostenido. Por otra parte, permite que se realice eficientemente la conservación de los recursos naturales y la preservación ambiental.

A continuación se describe un ejemplo de un proyecto típico, elaborado y en implementación en el noroeste del estado de São Paulo y que representa la situación de 700 microcuencas hidrográficas, con un área total de 2 100 000 ha y con un potencial de riego de cerca de 250 000 hectáreas.

*a) Concepción y organización de un proyecto típico*

El proyecto típico corresponde a la Microcuenca de Jatai, en los Municipios de Urania y Jales, en la región Noroeste de São Paulo, la cual tiene una superficie de 3000 hectáreas. Los beneficiarios directos son 52 agricultores que tiene un área promedio de 30 hectáreas.

El proyecto tiene como objetivo dar seguridad de producción bajo riego a 264 ha bajo una planificación dirigida a productos no tradicionales, con conservación adecuada de los recursos naturales, especialmente de la cuenca alta, y preservación ambiental bajo las rigurosas medidas vigentes.

El proyecto es de iniciativa privada, generado por demanda de la propia comunidad de pequeños agricultores y cuenta con el apoyo del gobierno (Proyecto Tipo C).

Las directrices básicas del proyecto son las siguientes:

- La incorporación de la microcuenca al desarrollo de una agricultura moderna, eficiente y autosostenida mediante el uso racional y eficiente de los recursos naturales.
- El desarrollo de la microcuenca tiene por base el principio de que el agua es un bien público de uso común que debe ser distribuido con equidad entre los usuarios.
- El riego es el instrumento básico de desarrollo de la microcuenca.

- Introducir nuevas alternativas de producción bajo riego con mercado garantizado que posibilite un retorno económico adecuado a las inversiones necesarias para el desarrollo del riego.
- El proyecto no modifica la estructura fundiaria ni el área de producción con cultivos permanentes.
- El proyecto armoniza la demanda con la oferta de productos de buena calidad, en los períodos entre cosechas.

Se incorpora una nueva modalidad en la organización y gerencia de áreas irrigadas que es el distrito de riego que asume el comando de la integración de las acciones institucionales, técnicas y económicas en la microcuenca, a través de los beneficiarios debidamente organizados y capacitados.

#### *b) Aspectos técnicos*

La concepción técnica de uso integral de los recursos naturales, su conservación y la preservación ambiental, se basó en lo siguiente:

- Almacenamiento de agua, de contribución superficial y subterránea, mediante la construcción de ocho represas sucesivas de tierra con altura de hasta tres metros y tanques de captación en cada una de las propiedades. Cada represa y sus usuarios directos se consideraron como un pequeño proyecto. El desarrollo de las obras de uso común es de responsabilidad del distrito de riego.
- Utilización de sistemas de riego por goteo y aspersión en áreas de hasta cinco ha, para aumentar la eficiencia de uso del agua y permitir regar un área mayor. El desarrollo a nivel de la propiedad es responsabilidad del propio agricultor, utilizando crédito agrícola disponible para tal fin.
- De acuerdo con informaciones de mercado, comercialización, rentabilidad de los cultivos y expectativas de los agricultores se definió el plan de producción, el cual consideró producción de frutas (uva, paltas, ananás, peras, higo y maracuyá), hortalizas (pimentón, pepino, tomate, porotos verdes) y granos (frijol).
- Operación y mantenimiento del sistema de represas a cargo del distrito de riego.

- Plan de conservación y protección de los recursos naturales de la microcuenca, especialmente de la cuenca alta (forestación, conservación y manejo de suelos, manejo de agua).

La sostenibilidad del desarrollo del riego en la microcuenca se basa en ocho modelos de producción que tienen como base la producción frutícola y como cultivo principal, la vid. Los modelos, además de vid, incorporan producción de paltas, papaya, pera e higo.

Los productos hortofrutícolas del proyecto tienen mercado garantizado a nivel del Estado de São Paulo; con la uva se obtienen altos precios debido a la producción fuera de época de otras regiones e incluso de Argentina, lo cual le permite el ingreso al Mercado Común del Cono Sur (MERCOSUR).

### *c) Costo del riego*

El costo del riego en las condiciones de desarrollo de la microcuenca de Jatai, incluyendo la infraestructura de uso común (represas de tierra) y la infraestructura a nivel de propiedad (Tangue/sistema de riego a presión) varía entre US\$5955 y US\$7376 por hectárea.

El costo anual de operación y mantenimiento del distrito de riego es bajo (US\$136/ha) debido a la simplicidad de las represas de tierra. El costo anual de operación y manutención de los sistemas de riego a presión varía entre US\$130 y US\$180 por hectárea.

### *d) Evaluación económica*

Los modelos de riego privado a nivel de la microcuenca tienen una alta factibilidad financiera. Desde el punto de vista de los agricultores la inversión es remunerativa, con tasas internas de retorno que varían del 26% (Modelo G, frutales diversos y hortalizas) al 52% (Modelo D, vid).

El beneficio neto anual de las inversiones varía de US\$9972/ha (Modelo G, ocho ha con frutales diversos y hortalizas) a US\$23 728/ha (Modelos D y H, vid).

En el Cuadro 9 se presenta un resumen de las variables agrícolas y económicas de los sistemas de riego privado en una microcuenca.

**Cuadro 9. Características de los modelos de riego privado a nivel de microcuencia, bajo el concepto de desarrollo integral de los recursos naturales.**

Variables/modelo	A	B	C	D	E	F	G	H
1 Área de riego (ha)	6	3G/3A	4	4	2	2	8	1
2 Sistema de riego <sup>1</sup>	Vid	Vid	3G/1A	2G/2A	A	5G/4A	5G/3A	A
3 Cultivos	Paltas Hortalizas	Paltas Hortalizas	Papaya Hortalizas	Papas Paltas	Vid	Papaya Higo Maracuyá Hortalizas	Papaya	Vid
4 Costo del riego (US\$/ha)	6 729	7 366	7 376	6 239	6 239	6 454	6 579	5 955
- Infraestructura	4 496	4 496	4 496	4 496	4 496	4 496	4 496	4 496
- Nivel de propiedad								
• Tanque almacenamiento y captación (US\$/ha)	261	392	392	784	784	784	174	500
• Sistema de riego (US\$/ha)	1 972	2 478	2 488	959	959	1 784	1 887	959
- Operación y mantención (US\$/ha) (Distrito de riego)	136	136	136	136	136	136	136	136
- Operación y mantención Sistema (US\$/ha)	180	150	150	130	130	180	180	130
5 Beneficios financieros								
- Renta neta anual (US\$/ha)	14 763	16 155	11 339	23 728	19 208	10 218	9 972	23 728
- TIR (%)	45	38	28	52	38	32	26	37

1 G: Goteo; A: Aspersión.

## **Análisis global de los ejemplos típicos**

Los proyectos mixtos son típicos de regiones semiáridas, donde el desarrollo de los recursos hídricos requiere apoyo del gobierno para la construcción de las obras de infraestructura hidráulica principal (captación, almacenamiento y distribución), sin lo cual la iniciativa privada no dispone de condiciones para su expansión.

La organización de los proyectos mixtos en distritos de riego es un modelo pionero, ya que son administrados por los agricultores desde su implantación, con mínima participación del gobierno.

Los riesgos de los proyectos mixtos están relacionados con la ineficiencia de los organismos ejecutores de riego, demora en la organización y funcionamiento de los distritos de riego, efectividad del nuevo modelo de asistencia técnica basado en la iniciativa privada, actitud de los agricultores frente a la responsabilidad de la recuperación integral del costo de las inversiones y de los costos de operación y manutención y aversión de los pequeños agricultores por asumir riesgos con crédito rural.

La promoción e incentivo del riego privado tienen claras ventajas para el gobierno, ya que no representan ninguna responsabilidad de tipo organizacional o técnica. El agricultor asume la total responsabilidad de los emprendimientos, sea en forma individual o colectiva.

La acción del gobierno se reduce a proveer infraestructura básica (energía, caminos, macrodrenaje y control de avenidas), tecnología y crédito agrícola para inversiones y financiamiento de la producción.

En los proyectos privados, los riesgos ambientales se reducen al mínimo en razón de las drásticas medidas, ya que exigen estudios de impacto ambiental y proyectos ambientales específicos.

El riesgo económico de los proyectos privados es mínimo desde que el agricultor, una vez atendida la infraestructura básica, dispone de crédito agrícola en cantidad y oportunidad. Los proyectos tienen sólidas bases de sostenibilidad físico-biológica y económica, con mercados garantizados, y se constituyen en una característica del desarrollo del riego privado en Brasil.

Los proyectos públicos de riego presentan una situación crítica de carácter organizacional, gerencial, operativo y productivo que afecta directamente la sostenibilidad económica y social. Por otro lado, y en razón de su concentración en la región semiárida, vienen provocando impactos expresivos



en los recursos naturales, especialmente salinidad y alcalinidad, y en el ambiente en que precisan ser revertidos.

Las intervenciones requeridas para la mejoría de los proyectos públicos tienen características específicas que dependen del grado de desarrollo del proyecto, la condición de la infraestructura de riego y drenaje, organización gerencial, operativa y productiva y de los servicios de apoyo a la producción.

Los costos de las intervenciones de recuperación y modernización varían de acuerdo con los componentes considerados, con acciones específicas o acciones integrales. Los análisis financieros de varias alternativas de apoyo y acción integral de recuperación y modernización indican que son financieramente viables, con inversiones moderadas y expresivos beneficios, incluso en situaciones de recuperación de suelos degradados.

La opción de inversión en programas de recuperación y modernización presenta claras ventajas financieras sobre la inversión en nuevos proyectos. Estudios técnicos y económicos comparativos realizados por el Convenio PRONI/IICA, demuestran que los proyectos de recuperación y modernización tienen mayor viabilidad financiera, con la TIR un 5.6% mayor que los nuevos proyectos, en condiciones técnicas similares.

Dentro de los planes de reactivación de la agricultura en los países, los programas de recuperación y modernización de las áreas bajo riego son de gran importancia para aumentar la producción de alimentos y crear condiciones para la producción y exportación de productos seleccionados. Esto es particularmente importante en proyectos con pequeños agricultores, sin lo cual hay posibilidades de pérdidas apreciables de las inversiones ya realizadas, además de la pérdida de los recursos naturales por degradación.

La recuperación y modernización de los proyectos de riego es de vital importancia para países como Ecuador, que precisará rehabilitar cerca de 113 000 ha hasta el año 2000, y la República Dominicana, que necesita recuperar y modernizar proyectos de riego con cerca de 150 000 hectáreas. Por otro lado, Perú necesita recuperar cerca de 150 000 ha con problemas de sales y Brasil necesita recuperar y modernizar proyectos públicos de riego con cerca de 45 000 hectáreas.

El desarrollo integral de los recursos naturales a nivel de microcuencas, utilizando el riego como instrumento de fomento de inversiones, abre grandes perspectivas para el desarrollo económico regional, y principalmente, para la introducción y mantenimiento de planes de conservación y protección de los recursos naturales.

La información presentada indica que es posible introducir riego en las microcuencas bajo el marco de desarrollo integral de los recursos naturales, con retornos económicos expresivos, lo cual crea condiciones favorables para la inversión en programas de protección ambiental para el desarrollo sostenido.

Este es un modelo deseable y económicamente factible. Aún así, hay varios aspectos institucionales y técnicos que necesitan ser estudiados, entre otros, los siguientes:

- Organización institucional para el fomento del desarrollo de la cuenca, que realice la gerencia global y que tenga una sólida participación de la sociedad civil. El distrito de riego es una organización sectorial que a nivel de microcuenca puede realizar esta función integral.
- Quién paga para mantener la sostenibilidad físico-biológica de los recursos naturales. ¿Es el agricultor o la sociedad?
- ¿Cómo realizar la compensación de externalidades de proyectos específicos a nivel de cuenca?
- Cómo realizar compensaciones económicas entre intervenciones productivas diferenciadas en diferentes partes de la cuenca (por ejemplo, protección forestal de la cuenca alta, y producción de energía y riego en la cuenca baja).
- Tarifas de uso de los recursos y tributaciones para protección ambiental.
- Programas de incentivos para plantaciones forestales y de protección de la cuenca alta, como medio de asegurar la vida útil de los proyectos hidroeléctricos, represas y proyectos de riego.
- ¿Quién debe pagar para recuperar los recursos naturales degradados? Nuevamente, es el agricultor o es la sociedad?

El desarrollo sostenido de las cuencas hidrográficas, especialmente bajo uso intensivo de los recursos naturales, como es el caso de la agricultura bajo riego, depende, en gran parte, de la obtención de una adecuada sostenibilidad institucional. Esta solo será obtenida con amplia participación de la sociedad organizada, especialmente a nivel de las unidades de planificación y de las unidades geopolíticas involucradas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando la diversidad del desarrollo de la agricultura bajo riego en Brasil, las condicionantes regionales y las diferentes alternativas técnicas y económicas de los proyectos típicos, se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) En los proyectos de riego, la sostenibilidad es más crítica que en otros proyectos porque se introduce un elemento modificador del ambiente que es el agua; se realizan altas inversiones y se requiere de una alta intensidad de uso de la tierra e insumos, y tecnificación para su viabilidad.
- b) En Brasil existe el marco institucional, las informaciones básicas de planificación y la reglamentación ambiental adecuada para mantener la agricultura bajo riego como un proceso de desarrollo sostenido.
- c) Las disparidades regionales, en términos ecológicos, económicos y sociales, determinan que la sostenibilidad debe ser alcanzada a través de estrategias diferenciadas.
- d) Brasil cuenta con una avanzada base legislativa y normativa para la protección ambiental en áreas bajo riego, la cual necesita ser operacionalizada. Ella representa una valiosa contribución para el desarrollo del riego en América Latina y el Caribe, por lo que se recomienda su aplicación en otros países.
- e) La agricultura bajo riego se desarrolla con principios que favorecen la implantación de proyectos privados. Estos proyectos, independiente de la región ecológica y de las condiciones en que se desarrollen, presentan una alta viabilidad y sostenibilidad.
- f) La experiencia brasileña muestra que los proyectos públicos son los que presentan un elevado riesgo desde el punto de vista de la sostenibilidad físico-biológica y económica.
- g) Los mayores problemas de sostenibilidad de los proyectos públicos están relacionados con problemas de drenaje, salinidad y alcalinidad,

bajo retorno económico, deterioro de la infraestructura, debilidad gerencial de las organizaciones de los agricultores y desempeño deficiente de los servicios de apoyo a la producción. No obstante, los proyectos públicos no deben ser abandonados porque cumplen una función social y otra de desarrollo regional.

- h) Hay una urgente necesidad por implantar programas de recuperación y modernización de los proyectos públicos, con la finalidad de obtener y mantener niveles adecuados de sostenibilidad económica y social.
- i) En el desarrollo de los proyectos colectivos hay una clara disposición para la utilización de distritos de riego, como organización autónoma de los agricultores para la administración, operación, manutención, y de cooperativas para la organización para la producción y la comercialización.
- j) El financiamiento externo del riego público y privado ha sido dirigido, principalmente, para el desarrollo de la infraestructura física de uso común y a nivel de propiedad. En la práctica, se ha visto que los mayores problemas no se presentan en la fase de ingeniería, sino también en la fase de desarrollo agrícola de los proyectos.
- k) Los nuevos financiamientos, especialmente para proyectos públicos, deben estar dirigidos, principalmente, para la gestión empresarial, incluyendo los aspectos gerenciales, de operación, organización productiva, capacitación y servicios de apoyo a la producción.
- l) Para la obtención de una adecuada sostenibilidad económica de los proyectos de riego, la organización de la producción debe estar asociada a mercados garantizados y a procesos de transformación de los productos (agroindustrias) para aumentar su valor agregado.
- m) Para que el desarrollo de la agricultura bajo riego en América Latina y el Caribe sea un proceso sostenido, la planificación, implantación y operación de proyectos de riego debe obedecer a estrategias relacionadas con:
  - Definición e implantación de legislación para el ordenamiento de las acciones de conservación del ambiente (protección, preservación y recuperación ambiental).
  - Exigencia de la elaboración de la EIA y el RIMA.

- **Implantación de los proyectos de riego bajo el concepto de desmonte racional, conservando la flora y la fauna.**
- **Operacionalización de los RIMAs y montaje de sistemas de monitoreo ambiental.**
- **Definición e implantación de programas de educación ambiental para agricultores y la familia rural.**
- **Recuperación y modernización de los proyectos de riego en operación.**
- **Apoyo a los agricultores en aspectos de gestión empresarial, especialmente en proyectos de riego con pequeños productores.**
- **Organización de sistemas de asistencia técnica especializada (transferencia de tecnología).**
- **Definición e implantación de programas integrales de soporte tecnológico.**
- **Financiamientos externos dirigidos para el desarrollo agrícola de los proyectos de riego.**
- **Desarrollo integral de los recursos naturales a nivel de microcuencas hidrográficas.**

## BIBLIOGRAFIA

ALVA, C. 1992. Resultados y recomendaciones de las actividades en ingeniería de distritos de riego en los sistemas de riego: Ceraima, Estreito y Gorutuba. Brasilia, Bra., FAO. 52 p.

BARGHOUTI, S.; MOIGNE, G.L. 1991. A irrigação e a problemática ambiental. Finanças e Desenvolvimento. p. 32-33.

COMISION INTERMINISTERIAL. 1991. O desafio do desenvolvimento sustentável. Brasilia, Bra. 204 p.  
Presentado em: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1989. Brazil national irrigation sector review: Estimating the economic efficiency of irrigation. Brasilia. (Documento de Trabalho nº 36/89 CP-BRA 37 SR).

\_\_\_\_\_. 1992. Resultados y recomendaciones del Proyecto Asistencia Técnica para el Proyecto de Riego del Alto y Medio San Francisco. Roma, Italia, FAO. 70 p.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEÑO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES; SENIR (SECRETARIA NACIONAL DE RIEGO); PNUD (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO); OMM. 1992. Diretrizes ambientais para o sector de irrigação. Brasilia, Bra. 164 p.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA); CODEVASF (COMPANHIA DE DESARROLLO DEL VALLE DE SAN FRANCISCO). 1992. Situação da produção do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho. Petrolina, PE. 30 p. (Documento Técnico nº 1).

KLAMT, E. 1984. Solos de várzea do Rio Grande do Sul: Características, distribuição e limitações ao uso. In Simpósio sobre Alternativas ao Sistema Tradicional de Utilização das Várzeas do Rio Grande do Sul. p. 111-128.

MIHAJLOVICH, D. 1992. Resultados y recomendaciones de las actividades en ingeniería de distritos de riego en los sistemas de riego: Maniçoba y Curaçã. Brasilia, Bra., FAO. 22 p.

MILLAR, A.A.1989. A recuperação e modernização dos projetos de irrigação como fator de expansão produtiva da agricultura irrigada. Brasília, Bra., Convênio PRONI/IICA. 54 p.

VIEIRA, G.M., FREITAS, G.B.; DE AGUIAR JUNIOR, A.P.; FLORENCIO, Z.M.R.; PEREIRA. 1989. Plano de recuperação e modernização do perímetro irrigado São Gonçalo. Recife, PE., Convênio PRONI/IICA. 187 p. (Documento PRMPI nº 8).

\_\_\_\_\_; BREVIS, O.; SOUZA, F. DE. 1991. Projeto de Irrigação da Microbacia do Jatai no Estado de São Paulo. Brasília, Bra., IICA. 5v.

PRONI (PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGACION). 1988. Resenha setorial da irrigação no Brasil. Brasília, Programa Nacional de Irrigação. 80 p.

\_\_\_\_\_. 1988. Desempenho da irrigação no Brasil. Brasília, Programa Nacional de Irrigação. 95 p.

\_\_\_\_\_. 1989. O desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil: Análise e proposições. Brasília, Programa Nacional de Irrigação. 64 p.

\_\_\_\_\_.1989. Projeto nordeste I. Brasília, Bra., Programa Nacional de Irrigação. v.1-2.

SOTO, J.; QUAGLIA, A. 1988. Situação inicial do Projeto de Irrigação do Alto e Médio São Francisco (São Francisco III). Brasília, Bra., FAO/CODEVASF. 211 p.

SOUSA, M. DA C.; SAMPAIO DE OLIVEIRA, A.C.; RAMOS DE SOUZA, H. 1989. Emprego e renda em modelos típicos de produção na agricultura irrigada. Revista Econômica do Nordeste (Fortaleza) 20(4):409-430.





## **PROGRAMA II: Generación y Transferencia de Tecnología**

**El Programa de Generación y Transferencia de Tecnología fue creado como respuesta a dos aspectos básicos: el reconocimiento por parte de los países y de la comunidad técnica y financiera internacional de la importancia de la tecnología para el desarrollo productivo del sector agropecuario; y la convicción de que el potencial de la ciencia y la tecnología sólo puede ser plenamente explotado a partir del desarrollo de infraestructuras institucionales capaces de generar respuestas técnicas apropiadas a las condiciones específicas de cada país, en un marco de políticas que alienten y faciliten la incorporación de nueva tecnología en el proceso de producción.**

**En este contexto, el Programa II promueve y respalda acciones en los países miembros para mejorar el diseño de políticas tecnológicas, reforzar la organización y la administración de los sistemas de generación y transferencia de tecnología, y facilitar la transferencia internacional de tecnología.**

**Se espera que estas acciones conduzcan a un uso más racional de los recursos disponibles y hagan más efectiva la contribución para resolver los problemas tecnológicos de la producción agrícola, dentro de un marco de equitativa distribución de los beneficios y de conservación de los recursos naturales.**

**De acuerdo con el Plan de Mediano Plazo vigente, el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, para abordar estos problemas, concentra sus actividades en cinco áreas básicas:**

- **Diseño de una política tecnológica.**
- **Organización y administración en los sistemas e instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología.**
- **Desarrollo y/o fortalecimiento de los programas de capacitación de los recursos humanos.**
- **Cooperación recíproca y coordinación internacional en investigación y transferencia de tecnología.**
- **Formulación e implementación de proyectos de inversión.**

**El Programa II busca alcanzar sus objetivos primarios contribuyendo a resolver algunos de los principales problemas que limitan el desarrollo agrícola y el bienestar rural en los países de la región. Para ello impulsa y estimula la vinculación de la política tecnológica del sector agropecuario con otros aspectos de la política económica general; ayuda al fortalecimiento de la organización y la capacidad económica de las instituciones tecnológicas, la consolidación de los recursos humanos calificados, la capacitación y especialización de los nuevos cuadros profesionales; promueve la transferencia internacional de tecnología y la integración de la investigación a nivel nacional e internacional.**

**Importancia especial se da a los esfuerzos regionales que se espera permitan estrechar la amplia brecha que afrontan la mayoría de los países pequeños en cuanto a sus necesidades de desarrollo tecnológico y la cantidad de recursos que pueden invertir.**

**Esta edición se terminó de imprimir  
en la Sede Central del IICA  
en Coronado, San José, Costa Rica,  
en el mes de setiembre de 1993,  
con un tiraje de 1 200 ejemplares.**

(Cont.)

**SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS**  
**PROGRAM PAPERS SERIES**

- 17 AMERICA LATINA Y EL CARIBE: Pobreza Rural Persistente. *Enero 1990/IICA*
- 18 BIOTECNOLOGIA E INDUSTRIA: Un Ensayo de Interpretación Teórica. *Noviembre 1990/I. Avalos Gutiérrez*
- 19 TECNOLOGIAS DE AMERICA DEL NORTE PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. *Noviembre 1990/P. G. Muller, R. Riel*
- 20 NUEVAS ESTRATEGIAS EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA PARA EL ISTMO CENTROAMERICANO. *Noviembre 1990/ D. Kaimowitz, D. Vartanián*
- 21 LA COOPERACION TECNICA EN LOS PRESTAMOS DE AJUSTE SECTORIAL AGROPECUARIO: La Experiencia Argentina. *Febrero 1991/C. Garramón, E.S. de Obschaiko*
- 22 TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES Y RELACIONES INTERSECTORIALES DE LA AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Agosto 1991/J. Torres Zorrilla*
- 23 LA PROBLEMATICA DEL DESARROLLO DE LAS AGROBIOTECNOLOGIAS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Setiembre 1991/W. R. Jaffé*
- 24 APERTURA ECONOMICA: Características e Implicaciones para el Sector Agroalimentario en América Latina y el Caribe. *Setiembre 1991/R. A. Trejos, C. A.M. Santana*
- 25 BASES PARA UNA AGENDA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO SOSTENIBLE. *Setiembre 1991/IICA*  
También disponible en inglés.
- 26 THE SINGLE EUROPEAN MARKET OF 1992: Implications and Policy Options for Caribbean Agriculture. *September 1991/ D. Budhram, L. Rock*
- 27 ARMONIZACION DE POLITICAS Y MODERNIZACION DE LA AGRICULTURA EN CENTROAMERICA: Estrategia en Procesos de Ajuste y Apertura Económica. *Febrero 1992/RA. Trejos, C. Pomareda, D. Herrera*
- 28 MODERNIZACION DEMOCRATICA E INCLUYENTE DE LA AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Abril 1992/F. Calderón, M. Chiriboga, D. Piñeiro*
- 29 EL COMERCIO INTRARREGIONAL DE GRANOS BASICOS EN CENTROAMERICA. *Junio 1992/ D. Herrera, M. Jiménez*
- 30 EL APOYO TECNOLOGICO NECESARIO PARA PROMOVER LAS EXPORTACIONES AGRICOLAS NO TRADICIONALES EN AMERICA CENTRAL. *Julio 1992/D. Kaimowitz*
- 31 CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES, MEDIO AMBIENTE Y COMERCIO INTERNACIONAL: Una visión desde América Latina y el Caribe. *Setiembre 1992/M. Otero, G. Estefanell, E. Trigo*
- 32 DESARROLLO RURAL MICRORREGIONAL Y DESCENTRALIZACION. *Febrero 1993/ M. Chiriboga, O. Plaza*
- 33 SOSTENIBILIDAD Y AGRICULTURA DE LADERAS EN AMERICA CENTRAL: Cambio Tecnológico y Cambio Estructural. *Febrero 1993/ E. Lindarte, C. Benito*
- 34 PROSPECTIVA DE LAS AGROBIOTECNOLOGIAS. *Marzo 1993/R. Quintero*
- 35 DESARROLLO TECNOLOGICO Y ORGANIZACION INSTITUCIONAL: Reflexiones para el Futuro a partir del Caso Argentino. *Mayo 1993/F.M. Cirio*
- 36 PEST RISK ANALYSIS: A Perspective. *September 1993/J.L. Fowler*
- 37 AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO EN BRASIL. *Setiembre 1993/AA. Millar*

JUL 23 1994



SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS  
PROGRAM PAPERS SERIES

- 1 LOS PROGRAMAS DE AJUSTE ESTRUCTURAL Y SECTORIAL: Alcances para la Reactivación y Desarrollo de la Agricultura. *Agosto 1987/IICA*
- 2 FOROS INTERNACIONALES SOBRE PRODUCTOS AGRICOLAS: Situación y Perspectivas. *Agosto 1987/H. Rodas Melgar*
- 3 CAPACITACION CAMPESINA: Un Instrumento para el Fortalecimiento de las Organizaciones Campesinas. *Octubre 1987/IICA*
- 4 TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN LATIN AMERICAN AGRICULTURE. *November 1987/A. de Janvry, D. Runsten, E. Sadoulet*
- 5 EXPERIENCIAS EN LA APLICACION DE ESTRATEGIAS PARA COMBATIR LA POBREZA RURAL. *Diciembre 1987/F. Jordán, D. Londoño*
- 6 LAS AGRICULTURAS DE LOS PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE EN LA CRISIS ACTUAL: Condiciones, Desempeño y Funciones. *Julio 1988/M. Kaminsky*
- 7 LA NUEVA BIOTECNOLOGIA EN AGRICULTURA Y SALUD. *Julio 1988/IICA*
- 8 AGRICULTURA Y CAMBIO ESTRUCTURAL EN CENTROAMERICA. *Octubre 1988/H. Fallas, E. Rivera*
- 9 MEXICO EN LA RONDA URUGUAY. Caso de la Agricultura. *Enero 1989/C. Luiselli Fernández, C. Vidali Carbajal*
- 10 LA ECONOMICA CAMPESINA EN LA REACTIVACION Y EL DESARROLLO AGROPECUARIO. *Febrero 1989/IICA*
- 11 HUMAN CAPITAL FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA. *June 1989/G. E. Schuh, M.I. Angeli-Schuh*
- 12 RURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA: An Evaluation and a Proposal. *June 1989/A. de Janvry, R. Marsh, D. Runsten, E. Sadoulet, C. Zabin*
- 13 HACIA UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Julio 1989/E. Trigo, D. Runsten*
- 14 LAS POLITICAS MACROECONOMICAS Y LA AGRICULTURA. *Setiembre 1989/C. Pomareda, R. Norton, L. Reza, J. Torres Zorrilla*
- 15 ACCESO A MERCADOS Y COMERCIO INTRARREGIONAL. *Setiembre 1989/A. de la Ossa, A. Guerra-Borges*
- 16 INVERSION Y MECANISMOS PARA LA MOVILIZACION DE RECURSOS FINANCIEROS PARA LA AGRICULTURA. *Setiembre 1989/R. Vásquez, R. Webb, C. Pomareda, F. Cirio*

(Continúa en el reverso)

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
Sede Central / Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica / Tel.: 29-02-22 /  
Cable: IICASANJOSE / Télex: 2144 IICA CR / FAX (506)29-47-41, 29-26-59 IICA COSTA RICA