

Centro Interamericano de  
Documentación e  
Información Agrícola

13 JUL 1994

IICA — CIBIA

IICA  
11  
1649m



29979 ET

DOCUMENTO

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

OFICINA EN BRASIL

18 JUL 1994  
1001 - 0101

MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA  
BAJO RIEGO EN BRASIL 1/

Agustin A. Millar 2/

BRASILIA, DF  
SEPTIEMBRE 1992

1/ Documento elaborado para presentación en el Seminario Sobre Agricultura Sostenible en América Latina realizado en Washington, DC, entre 9 y 10 de setiembre de 1992 auspiciado conjuntamente por el BID y el IICA.

2/ Ing. Agr., Ph.D. Especialista en Riego y Desarrollo de la Agricultura Bajo Riego, Oficina del IICA en Brasil, Brasilia, DF. El autor agradece a los Drs. Waldo Espinoza y Tomás Backer Ecos Gonzales por los comentarios y revisión del manuscrito.

00003569

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	3
2. PROBLEMAS AMBIENTALES DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO.....	4
3. POLITICAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE EN LA AGRICULTURA BAJO RIEGO.....	6
4. PROYECTOS HIDROAGRICOLAS: MEDIO AMBIENTE Y SOSTE- NIBILIDAD.....	9
4.1. Enfoque Global.....	9
4.2. Ejemplos de Proyectos Típicos.....	10
4.2.1. Proyectos Mixtos en la Región Semi- árida.....	11
4.2.2. Proyectos Privados en las Regiones Semiarida, Subtropical y Templada.....	12
4.2.3. Recuperación y Modernización de los Proyectos Públicos de Riego.....	19
4.2.4. Desarrollo de Riego a Nivel de Mi- crocuenas Hidrográficas.....	26
4.2.5. Análisis Global de los Ejemplos Típicos...	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
6. LITERATURA CONSULTADA.....	32

27  
200803

www.ksars.com

## 1. INTRODUCCION

La Comisión Brundtland (1987) manifiesta que la agricultura sostenible es la que busca satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

La definición anterior implica en 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 conservación del medio ambiente. Eso significa que el concepto de agricultura sostenible es de naturaleza multidimensional y debe ser tratada como tal.

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

**Sostenibilidad Institucional.** Indica que para el adecuado desarrollo de la agricultura bajo riego debe existir un conjunto de políticas sectoriales, leyes y aspectos normativos, organización y articulación institucional, programas de apoyo y de soporte tecnológico.

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

**Sostenibilidad Físico-Biológica.** Se refiere a la capacidad de largo plazo del sistema suelo-agua - cultivo para producir un determinado rendimiento, lo más cercano posible del rendimiento potencial y económicamente viable.

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

**Sostenibilidad Social.** (Sostenibilidad Equitativa). Se refiere al 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.** Se refiere al apoyo político para que las otras sostenibilidades ocurran en soporte a las acciones de desarrollo.

La agricultura bajo riego en Brasil se desarrolla en tres regiones ecológicas - templada, subtropical y semiárida - que tienen grados diferentes de fragilidad ambiental y que, cuando 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

1

C  
er  
de  
ad

por tanto, existe un menor potencial de degradación.

Con la finalidad de identificar problemas concretos a ser evitados y las soluciones a ser promovidas en el desarrollo de la agricultura bajo riego, se analizan en este trabajo los problemas ambientales y de sostenibilidad de los proyectos.

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, siendo la primera 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 implantación de proyectos agrícolas en Brasil fue realizada sin ninguna preocupación por la sostenibilidad y la preservación ambiental debido a la falta de legislación propia y rigurosa sobre la materia y la falta de conciencia política y de la sociedad sobre 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 la escasa preocupación por los impactos provocados se implantaron proyectos que actualmente presentan problemas generales de sostenibilidad.

Desde 1981, con la aprobación de la Ley Nacional del Medio Ambiente, los proyectos de desarrollo son sometidos a análisis pormenorizados desde el punto de vista ambiental y los requisitos para su aprobación son 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, en 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 suelos de los Cerrados (sabanas de la región subtropical) están habiendo cambios acentuados en la estructura de los suelos, como resultado del regadío, de la intensidad del uso y principalmente del uso continuo 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, elevación de la temperatura interna y combustión espontánea.

En el pasado en Brasil, la preocupación por el agua siempre fue en relación a 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 que la reutilización del recurso agua aumenta, se incrementa el deterioro de la calidad del agua, por reducción del caudal y aumento de la concentración de los contaminantes derivado de la erosión, lixiviación, iluviación y contaminación por fertilizantes, defensivos agrícolas y efluentes nocivos subproducto de las agroindustrias agregadas a los proyectos de desarrollo de la agricultura bajo riego. El caso más expresivo lo representa 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 efectos 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 trae 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 2 años sin poder realizar una función productiva. Transformaron su actividad agrícola tradicional de secano para una de agricultura bajo riego, sin preparo 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 region semiarida del Noreste, las aguas detenidas en los canales y drenes superficiales han provocado la proliferación de los vectores de la esquistosomiasis, malaria, fiebre amarilla y de mosquitos en general.

Por otra parte, ha habido un aumento de enfermedades como disenteria bacteriana y hepatitis infecciosa provocadas por aguas contaminadas, provenientes de las estructuras de riego y drenaje, que son utilizados como fuente de agua para consumo y 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.

### 3. POLITICAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE EN LA AGRICULTURA BAJO RIEGO

El proceso de definición de las políticas relacionadas con el medio ambiente se inició en 1982 con la institucionalización de la Ley Nacional del Medio Ambiente, con el objetivo de prevenir la degradación ambiental, pero sólo a partir de 1986 se exige la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y del Informe de Impacto del Medio Ambiente (RIMA) para obras de significativo impacto ambiental. Estos informes deben incluir 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 de 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 los instrumentos de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) y del Informe de Impacto del Medio Ambiente (RIMA) constituye un gran avance en la aplicación de la política nacional del medio ambiente, aunque aún subsisten algunos problemas, como los siguientes:

- El componente ambiental continúa recibiendo tratamiento segmentado. Muchas veces el EIA/RIMA se presenta 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.

e  
y  
t  
v  
l  
e

a  
c  
p

Re  
(S  
el  
ag

Se

(p  
de  
Fa

es  
lo

qu  
en  
ta  
sc  
án  
et  
de  
na

y  
de

bu  
de  
d  
ne

- La política nacional del medio ambiente define directrices generales de conservación ambiental pero no establece políticas sectoriales y estrategias de acción global y regional. En el caso de la agricultura bajo riego esto es muy importante por la 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, otorgado durante la fase de planificación del proyecto, el Permiso de Instalación, otorgado previamente a la implantación del proyecto y el Permiso de Operación, otorgado previamente a la operación del proyecto.

El desarrollo de una política sectorial de medio ambiente para la agricultura bajo riego es fundamental, ya que la conservación ambiental es condición necesaria para el uso sostenido 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:

(i) Ordenar las acciones referentes a la conservación del medio 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.

(ii) Definir el nivel de profundidad y detallamiento 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, basada no solamente en el levantamiento de recursos naturales para el desarrollo del riego, sino también en las necesidades de conservación del medio 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 a 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/Anteproyeto se exige la Evaluación del



Impacto Ambiental (EIA) del proyecto de riego. El 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:

(i) Manejo Sustentado de los Recursos Naturales

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

(ii) 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

(iii) 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 implantarán las medidas de control ambiental previstas en el Proyecto Básico.

La implantación 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).

#### **4. PROYECTOS HIDROAGRICOLAS: MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

##### **4.1. Enfoque Global**

El objetivo básico del incentivo a la agricultura bajo riego en Brasil es (i) contribuir para establecer en el país un padrón de desarrollo económico dinámico que rescate la justicia social y reduzca las grandes disparidades económicas y sociales existentes, (ii) 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, (iii) elevar el nivel de empleo y de renta rural, (iv) producir excedentes exportables de productos agropecuarios, y (v) producir materias primas agropecuarias en 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:

(i) La expansión del riego es dirigida por la demanda efectiva ("demand driven");

(ii) 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;

(iii) 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 la entrada en la fase de plena maduración;

(iv) los proyectos contarán con apoyo gubernamental en los aspectos de infraestructura básica (energía, caminos, macrodrenaje), crédito agrícola y tecnología;

(v) la asistencia técnica a los agricultores será prestada por empresas privadas;

(vi) 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;

71

11

P1

0

0

1

**CUADRO 1. RESUMEN COMPARATIVO ENTRE LOS TIPOS DE PROYECTOS, PRINCIPALES CRITERIOS PARA SU CLASIFICACION E INSTRUMENTO AMBIENTAL PARA SU AUTORIZACION 1/**

ASPECTOS DEL PROYECTO					ASPECTOS DEL MEDIO BIOTICO	ASPECTOS DEL MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	INSTRUMENTO AMBIENTAL EXIGIDO PARA AUTORIZACION		
LIMITES DEL AREA REGADA (ha)	LIMITES DE AREA INUNDADA EN CASO DE REPRESA DE CAPTACION	ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	MACROORIENTE (LARGO DEL DISEÑO)	NECESIDAD DE REASENTAMIENTO					
TIERRAS ALTAS	TIERRAS BAJAS								
0	Hasta 20	Hasta 10	Represa para aumento del nivel del agua, sin inundación, para facilitar la captación	Área ya explotada en régimen de secano; productor aislado, no vinculado a proyectos de riego, público o privado.	No hay	No hay	Alteraciones irrelevantes de la cobertura vegetal natural; no hay captación en áreas de preservación permanente	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	Área virgen o ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	No hay	No hay	Pequeñas alteraciones de la vegetación natural, inclusive con posible captación en Área de preservación	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 1.
2	Entre 150 y 400	Entre 80 y 100	50 - 100 ha	Área virgen o ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	< 2 km	Habitaciones familiares	Desmontamiento y/o alteración substancial de la vegetación natural, sobre todo de aquella de distribución restringida	Ocurrencia de áreas indígenas, sitios arqueológicos, espeleológicos, paisajísticos y culturales	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo con Términos de Referencia para proyectos de Riego Tipo 2
3	> 400	> 100	> 100 ha	Área virgen o ya explotada en condiciones de secano; productor aislado o proyecto de riego, público o privado	> 2 km	Hábitats habitacionales	Desmontamiento y/o alteración substancial de la vegetación natural, sobre todo de aquella de distribución restringida	Ocurrencia de áreas indígenas, sitios arqueológicos, espeleológicos, paisajísticos y culturales	EIA/RIMA de acuerdo con la Resolución 001/85 del CONAMA y de los Términos de Referencia para Proyectos de Riego Tipo 3

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

FUENTE: IRAMA/SENIR/PNUD/OMM (1992)



(vii) la expansión del riego se apoya en 5 tipos de proyectos, siendo 3 tipos de iniciativa privada (Proyectos A, B, C). mixto (Tipo D, privado/público) y público (Tipo E);

(ix) 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** - Son proyectos privados en que los agricultores reciben asistencia del gobierno en crédito rural e investigación agrícola.

**TIPO B** - Son 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** - Son proyectos privados implantados 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** - Son 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 la operación y mantenimiento del sistema principal de conducción del agua. La construcción de la infraestructura puede ser financiada vía crédito rural asegurándose la recuperación integral de los costos.

**TIPO E** - Son proyectos públicos en que 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 (caminos, energía eléctrica, recursos hídricos) y social (educación, salud), no requiriendo inversiones adicionales por parte del gobierno. Adicionalmente, los proyectos privados tienden a presentar bajos costos y alta eficiencia técnica y económica, lo cual les confiere prioridad de implantación.

#### **4.2. 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.



## **4.2.1. Proyectos Mixtos en la Región Semiárida**

### **a. Concepción, Organización y Medio Ambiente**

Bajo la concepción de proyectos mixtos se viene implantando un Programa de Riego conocido como Noreste I.

El Programa Noreste I se constituye en una iniciativa pionera del gobierno brasileño en relación al 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 del 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, tecnológicos y mercadológicos.

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, un Consejo Fiscal, integrados por los regantes y una Gerencia Ejecutiva, ocupado 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 medio 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 los proyectos es 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\$ 2.850 para US\$ 10.280 y alcanzar, en el año de pleno desarrollo del proyecto, una producción agrícola promedio anual de 574.000 toneladas 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 prevé, 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 y hortofrutícolas con tecnologías ya probadas en la región, y con rendimientos superiores en 1,50 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).

#### 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 costo 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%.

### 4.2.2. 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, el riego 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 de responsabilidad de los agricultores, individual o colectiva, a través de sus organizaciones (Distrito, Cooperativa, Asociación).

Basado en estudios realizados por el gobierno, se identificaron en la región semiárida 281.100 ha en valles que pueden ser desarrollados con los tipos de proyectos B (138.350 ha) y C (142.750 ha).

El desarrollo de estos tipos 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, a ejemplo de 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 individual. Los proyectos de tipo C que incluyen una agrupación de agricultores deben seguir los principios y normas de organización y funcionamiento de Distrito de Riego. En estos proyectos hay recuperación integral de las inversiones del Estado vía tarifas de agua y energía.

## **b. Recursos Naturales y Medio 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 arenosa 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. Ya 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 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 fósforo 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 un control del uso del agua existen conflictos de uso 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 deberá haber 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, 1 año con arroz y 2 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, de 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 e 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 pivot 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 y con proyecto son los siguientes:

CULTIVO	RENDIMIENTO SIN PROYECTO (t/ha)	RENDIMIENTO CON PROYECTO (t/ha)
Maíz	0,68	6,8
Frijol	0,37	1,8
Arroz	1,47	5,3
Algodón	0,36	2,5
Melón	13,3	25
Tomate	31,1	40
Cebolla	11,1	20
Plátano	25,6	35
Mango	20,4	25
Cítricos	-	25
Papaya	26,0	37
Vid (uva)	11,6	25
Pastos	-	88
Semilla de Maíz	-	6,8
Semilla de Frijol	-	1,8

Los modelos de unidad de producción varían entre 5 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 parte para 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 periodos 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 han desarrollado y expandido rápidamente el uso de sistemas como pivot central, autopropulsión y aspersión convencional, con dominancia para el pivot 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, siendo que 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 proyecto.

CULTIVO	RENDIMIENTO SIN PROYECTO (t/ha)	RENDIMIENTO CON PROYECTO (t/ha)
Arroz	4,2	6
Frijol	1,4	1,9
Maíz	4,5	6,5
Trigo	3	3,6
Hortalizas	No hay	Similar riego privado región semiárida

El área de las unidades de producción varía entre 5 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 incidencias de malezas. Para superar este problema y conservar la capacidad productiva de los suelos, los agricultores practican un sistema de producción que incluye 1 año de arroz y dos años de descanso. De esta forma, de un total de 2,2 millones de hectáreas 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 proyecto son los siguientes:

CULTIVO	RENDIMIENTO SIN PROYECTO (t/ha)	RENDIMIENTO CON PROYECTO (t/ha)
Arroz	5	7
Frijol	1,4	1,8
Maíz	4,5	6,5
Trigo	1,8	3,0
Hortalizas	No hay	Similar región subtropical

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

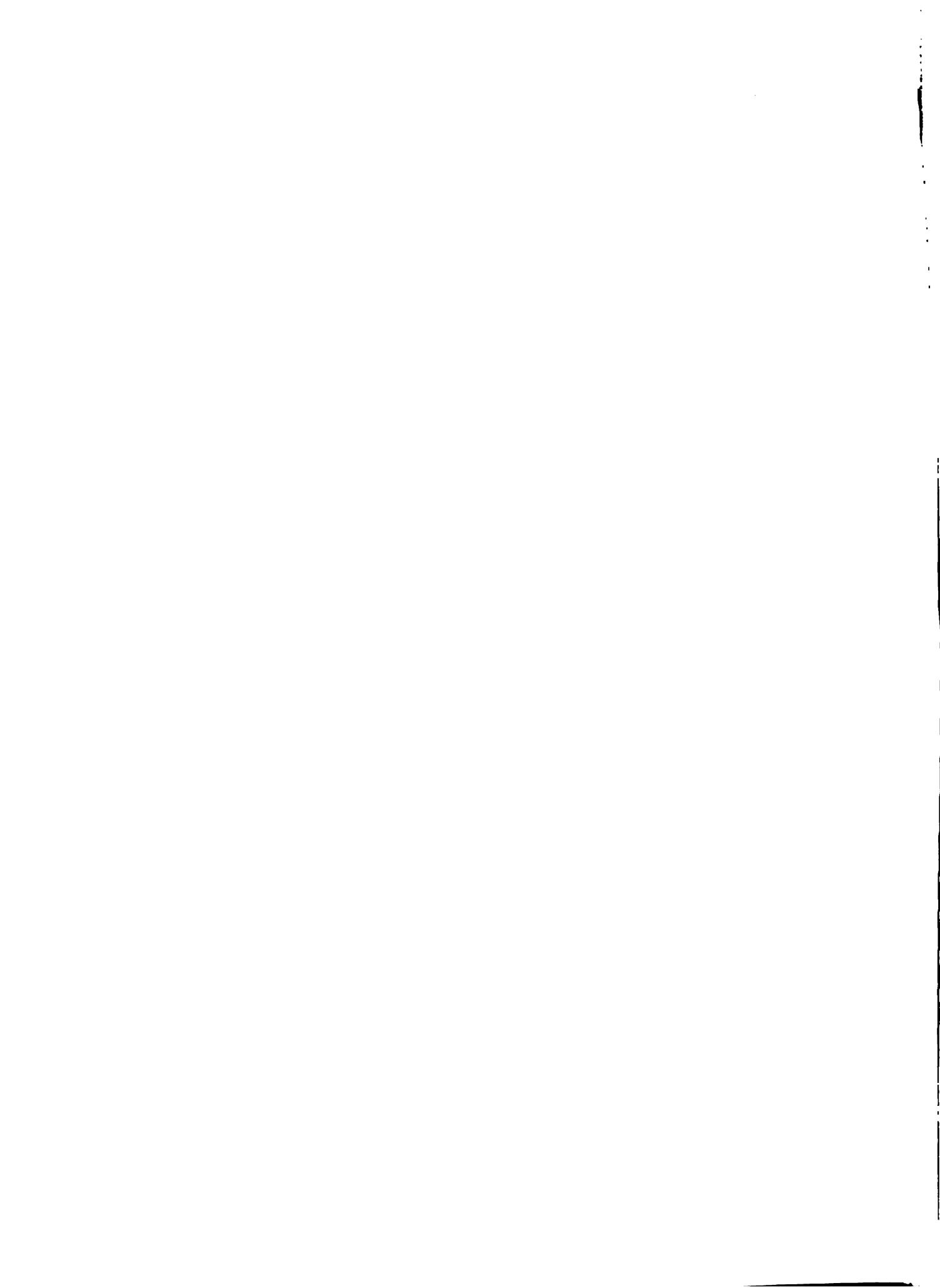
La producción de los proyectos privados tiene mercado garantizado a nivel local y regional, especialmente las hortalizas.

#### 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 pivot 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 pivot central y autopropulsión, US\$ 1990/ha para aspersión convencional, US\$ 970/ha para sistemas gavitacionales con bombeo y US\$ 670/ha para sistemas gravitacionales con derivación (Cuadro 4).



CUADRO 3. CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE RIEGO PRIVADO A NIVEL DE PROPIEDAD EN LA REGION SEMIARIDA 1/

VARIABLES/MODULO	A	B	C	D	E	F	G
1. AREA DE RIEGO (ha)	50	50	50	10	10	5	5
2. TIPO DE SUELO	Arenoso	Arenoso	Arcilloso	Arenoso	Arcilloso	Francoso	Arcilloso
3. POSICION	Terraza	Terraza	Zona baja (vaga)	Terraza	Zona baja (vaga)	Terraza	Zona baja (vaga)
4. SISTEMA DE RIEGO	R/Pivot Central (100 X)	R/Goteo (50X) Aspersión (50X)	R/Gravedad (100X)	R/Aspersión (100X)	R/Gravedad (100X)	R/Aspersión (100X)	R/Gravedad (100X)
Localque (n)	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	1,90	1,77	2,58	1,97	2,21
Bombas (Hp)	140	130	31	31	6	10	2
Transformador (KVA)	139	125	29	29	5	9	2
5. USO Y COSTO DEL AGUA							
- HS/ha/año	12.185	12.928	19.971	14.261	29.346	15.291	29.886
- Costo energía (US\$/año)	10.795	10.400	2.804	2.429	438	741	140
- Costo del agua (US\$/1000m <sup>3</sup> )	17,7	16,19	2,60	17,00	2,10	9,70	1,30
6. CULTIVOS	Maiz/ Maiz semilla Frijol Frijol semilla	Frijol Maíz Tomate Cebolla Papaya Cítricos Vid	Algodón Arroz Frijol Tomate Plátano Mango	Frijol Agodón Tomate Cítricos Papaya	Frijol Agodón Arroz Plátano Mango	Frijol Cebolla Tomate Cítricos Papaya	Frijol Arroz Tomate Mango Plátano
7. INTENSIDAD DE USO DEL SUELO	3	2,24	2,06	1,00	1,00	1,00	1,00
8. COSTO DEL RIEGO (US\$/ha)	4.958	4.401	1.570	2.560	1.555	2.560	1.555
9. COSTO ANUAL O+M (US\$/ha)	458	527	162	433	84	339	68
- Energía (X)	47,1	39,5	55,0	56,1	51,9	43,7	41,2
10. AUMENTO RENTA NETA ANUAL (US\$/ha)	110	600	635	219	820	725	1.020
11. EVALUACION FINANCIERA							
- TIR (%)	13,4	25,9	24,7	20,4	46,0	33,4	55,7

1/ FUENTE: SENIR



CUADRO 4. CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS DE RIEGO PRIVADO A NIVEL DE PROPIEDAD EN LA REGION SUBTROPICAL 1/

VARIABLES/MODELO	A	B	C	D	E	F	G
1. AREA DE RIEGO (ha)	100	50	12	12	10	5	5
2. SISTEMA DE RIEGO	R/Pivot Central	R/Antepre- polido	R/Inunda- ción, surcos	R/Inunda- ción sur- cos	R/Asper- sión	R/Surcos	R/Aspersión
3. CULTIVOS	Algodón Soya Maiz Frijol Tomate Trigo	Papas Zanahoria Cebolla Tomate Lechuga Frijol Maiz	Arroz Maiz Frijol	Arroz Maiz Frijol	Soya Frijol Trigo	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla
4. COSTO DEL RIEGO (US\$/ha)	2.340	2.400	670	970	1.900	1.000	1.900
5. COSTO ANUAL O+M (US\$/ha)	143	144	27	72	118	77	121
- Energía (\$)	38,1	35,4	-	54,2	37,3	46,8	38,8
6. BENEFICIOS FINANCIEROS							
- Beneficio (US\$/ha)	240-500	3.010	436	130	210	1.000	3.620
- TIR (%)	25	32	24	19	24	47	44
7. GENERACION DE EMPLEOS (PERSONA/HA/ANO)	0,115	0,473	0,071	0,071	-	0,003	0,003

1/ 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 pivot 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, pivot Central de 50 ha) a US\$ 1020/ha (Modelo G, 5 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 son 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, 5 ha 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%.

La expansión del riego privado en la región subtropical está supeditado 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/ha.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de las variables de los sistemas de riego, agrícolas y económicas de los diferentes modelos 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.



CUADRO 5. CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS DE RIEGO PRIVADO A NIVEL DE PROPIEDAD EN LA REGION TEMPLADA 1/

VARIABLES/MODELO	A	B	C	D	E	F
1. AREA DE RIEGO (ha)	120	120	12	12	5	5
2. SISTEMA DE RIEGO	R/Inundacion Surcos	R/Inundacion Surcos	R/Inundacion, Surcos	R/Inundacion Surcos	R/Surcos	R/Aspersion
3. CULTIVOS	Arroz Soya	Arroz Soya	Arroz Maiz Frijol	Arroz Maiz Frijol	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla otros	Lechuga Zanahoria Tomate Cebolla otros
4. COSTO DEL RIEGO (US\$/ha)	650	800	670	970	1.000	1.990
5. COSTO ANUAL O+M (US\$/ha)	28	61	27	61	72	115
- Energia (%)	-	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. GENERACION DE EMPLEOS (PERSONA/HA/ANO)	0,063	0,063	0,071	0,071	0,063	0,063

1/ FUENTE: SENIR



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 de los sistemas de riego, agrícolas y económicas de los diferentes modelos de riego privado en la región templada.

#### 2.4.5. Recuperación y Modernización de los Proyectos Públicos de Riego

Desde 1986, la Compañía de Desarrollo del Valle del San Francisco (CODEVASF) viene implantando 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 los problemas institucionales es importante destacar la debilidad gerencial de las organizaciones de los agricultores, las diferentes formas de organización con objetivos conflictantes (O+M versus producción/rehabilitación), acciones paralelas de rehabilitación y construcción de nuevos proyectos, fases diferenciadas del proceso de autogestión entre proyectos en rehabilitación y otros.

Entre los problemas técnicos se destaca 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 están 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 8 proyectos incluidos en el Programa de Rehabilitación de CODEVASF en un período de 4 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.



CUADRO 6. EVOLUCION DE LOS INDICADORES DE PRODUCCION EN 6 PROYECTOS PUBLICOS EN REHABILITACION, EN EL LAPSO 86/87 - 89/90 1/

INDICADORES	UNIDAD	SAO DESIDERIO/BARRERAS SUL					FORMOSINHO				
		META	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	2.063	1.504	1.645	1.680	1.744	327	130,5	208	328	328
Area en Rotación	ha	4.006	1.848	1.831	1.586	1.234	654	130,5	406	473	341
Producción Total	ton	30.245	4.864	6.310	3.527	3.502	4.940	176,1	596	894	386
Producción Total/ha	ton	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 Compuesto de Productividad	nr	100	53,6	47,3	43,2	45,0	100	70,6	51,5	64,0	44,0

INDICADORES	UNIDAD	CERAINA					ESTREITO I				
		META	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	META	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Agricultores	nr	132	100	100	100	100	100	53	53	54	137
Area Cultivada Regada	ha	757	670	591	482	757	950	300	300	287	646
Area en Rotación	ha	1.514	672	375	381	821	1.000	387	290	231	697
Producción Total	ton	11.430	2.315	1.671	1.527	3.338	14.352	300	301	274	787
Producción Total/ha	ton	7,5	4,3	4,4	3,9	4,8	7,5	1,2	1,0	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 Compuesto de Productividad	nr	100	61,0	98,2	104,6	100,0	100	58,6	63,3	58	44,0

/ FUENTE: FAO (1992)



CUADRO 6. (Continuación)

INDICADORES	UNIDAD	ESTERITO 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
Area Cultivada Regada	ha	450	231	322	305	305	1.776	1.304	1.807	1.807	1.807
Area en Rotación	ha	900	374	251	251	290	3.928	1.343,3	1.174	1.742	1.297
Producción Total	ton	6.795	447,5	404	294	321	28.827	14.810,9	8.149	10.064	6.336
Producción Total/ha	ton	7,5	1,2	1,6	1,2	1,1	7,5	10,00	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	1,0	0,75
Indice Compuesto de Productividad	nr	100	57,7	75,4	56,1	49	100	76,83	68,5	67,0	75,6

INDICADORES	UNIDAD	CONUTUBA					MANICORA				
		META	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
Area Cultivada Regada	ha	1.881,9	1.845,7	2.486	2.520	1.206	2.084	900	1.881	1.681	1.881
Area en Rotación	ha	3.763,8	1.791,3	2.427	2.156	1.763	3.776	1.486,4	1.437	2.060	1.732
Producción Total	ton	28.431,1	2.793,5	5.622	4.265	2.353	28.520	9.980,5	9.318	10.325	5.847
Producción Total/ha	ton	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 Compuesto de Productividad	nr	100	61	65	62,1	50,4	100	50,2	51,7	57,4	70,6

/ FUENTE: FAO (1992)



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 de sostenibilidad adecuada para que la familia rural obtenga ingresos que le permitan niveles de vida superiores a los actuales.

Desde el punto de vista 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.

Desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales y del medio 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 medio 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.

Desde el punto de vista del 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 de tiempo 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 en 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 para la solución integral de los problemas del área de riego y no sólo para 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:

- (i) Rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje
- (ii) Planes agrícolas intensivos y con cultivos de mayor retorno económico, incluyendo cultivos permanentes con mercado garantizado.
- (iii) Utilización de tecnologías modernas de producción, de manejo del agua de riego y de uso y manejo de los insumos.
- (iv) Capacitación operativa de carácter gerencial, operacional y productivo, de los agricultores y del personal técnico.
- (v) Reorganización y estructuración de la empresa de producción en moldes empresariales.
- (vi) Reorganización de los servicios de operación y mantenimiento y de los servicios de apoyo a la producción.
- (vii) Recuperación de suelos degradados (problemas de sales, erosión, fertilidad y otros) y calidad del agua.
- (viii) Acciones integradas de transferencia de tecnología (unidades de observación y demostración, capacitación operativa y uso de medios de difusión).
- (ix) Montaje de unidades de monitoreo y evaluación (retroalimentación de informaciones, evaluación de desempeño y de impacto).
- (x) Montaje de unidades operativas y de programas para la monitoreo y evaluación de los recursos naturales y medio 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 dirigido 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 necesidad de rehabilitar la infraestructura de los proyectos de riego, el programa de privatización de los proyectos se debe implantar 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: Pre-



**cogestion, Cogestion y Autogestion.**

Durante el período de Pre-cogestión, que debe durar entre 6 y 18 meses, una Comisión Mixta realiza la gerencia del Proyecto. En esta fase se realiza 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 2 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 de 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 DNOCS) no tiene ninguna ingerencia en el proyecto de riego, y sólo realiza funciones de monitoreo y evaluación, y 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 7.000 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



**GRABO 7. PRODUCTIVIDAD, COSTO DE PRODUCCION, VALOR DE LA PRODUCCION Y RENTA NETA DE ALGUNOS CULTIVOS ANUALES BAJO RIEGO EN EL VALLE DEL RIO SAN FRANCISCO, REGION NORESTE DE BRASIL**

CULTIVOS ANUALES	PRODUCTIVIDAD kg/ha	PRECIO DE LOS PRODUCTOS (US\$/kg)	COSTO DE PRODUCCION (US\$/ha)	VALOR DE LA PRODUCCION (US\$/ha)	RENTA NETA (US\$/ha)
Zapaltes	18.000	0,002	570,50	1.129,18	558,68
Cobolla	18.000	0,108	1.727,42	3.345,72	1.618,30
Zanahoria	25.000	0,418	1.257,79	10.455,40	9.197,60
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
Sandia 1	25.000	0,114	860,54	2.848,19	1.985,65
Sandia 2	15.000	0,114	591,28	1.707,71	1.116,43
Maiz	4.500	0,108	429,27	325,27	56,73
Pinetón Industrial	14.000	0,12	784,19	1.000,00	895,81
Tomate Industrial 1	45.000	0,054	1.577,04	2.437,15	800,11
Tomate Industrial 2	35.000	0,054	1.202,19	1.895,56	693,37
Pinetón Mesa	14.000	0,232	784,19	3.252,79	2.468,60
Tomate Mesa	20.000	0,215	1.577,04	4.300,92	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	594,15	1.661,25	1.157,10

FUENTE: GATE (Convenio COBEVAS/IIICA, Abril 1992)



hortalizas y especialmente cultivos permanentes.

Las hortalizas y frutales tienen alta renta neta por hectárea, como indicado 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 (5-6 ha) con renta neta mensual de 3 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 PRONI/IICA en 5.5000 ha en proyectos de DNOCS, se pueden identificar varias alternativas 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.

Los costos unitarios de esta alternativa son los siguientes:

COMPONENTE	COSTO UNITARIO
- Rehabilitación de la infraestructura de riego y drenaje (uso común y propiedad)	US\$ 2.500/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 perma-	



**CUADRO 8. PRODUCTIVIDAD, COSTO DE PRODUCCION, VALOR DE LA PRODUCCION Y RENTA NETA (PROYECTO ESTABILIZADO) DE ALGUNOS CULTIVOS FRUTICOLAS BAJO RIESGO EN EL VALLE DEL RIO SAN FRANCISCO, REGION NORESTE DE BRASIL**

CULTIVOS ANUALES	PRODUCTIVIDAD kg/ha	PRECIO DE LOS PRODUCTOS (US\$/Kg)	COSTO DE PRODUCCION (US\$/ha)	VALOR DE LA PRODUCCION (US\$/ha)	RENTA NETA (US\$/ha)
Acarola (5)*	21.000	0,506	1.424,00	12.704,12	11.340,12
Platano (Pacovan) (2)	60.000	0,117	1.000,00	7.030,41	5.370,41
Platano (agua) (2)	83.000	0,056	2.010,00	4.629,00	2.619,00
Coco (4)	32.400**	0,130	919,00	4.516,75	3.597,75
Papaya Hawaii (2)	50.000	0,185	1.546,00	9.293,68	7.747,68
Papaya Formosa (2)	60.000	0,185	1.614,00	11.152,41	9.538,42
Guanaba (5)	30.000	0,197	983,00	5.924,72	4.941,72
Limon (4)	50.000	0,046	1.216,00	2.323,42	1.107,42
Mango 1 (5)	15.000	0,302	1.079,00	4.530,67	3.451,67
Mango 2 (5)	24.000	0,302	1.301,00	7.249,07	5.948,07
Vid (uva de mesa) (4)	40.000	0,506	6.860,00	20.306,68	13.446,68
Ananda (4)	18.750	0,200	814,00	3.920,77	3.106,77

FUENTE: GATE (Convenio COBIVASI/IICA, Abril 1992)

\* Año de estabilización del Proyecto

\*\* Unidades/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.

Proyectos de este tipo permiten un aumento expresivo en el nivel de renta familiar, desde una situación actual de 2 a 3 salarios mínimos mensuales para 8 a 20. La tasa interna de retorno de estos proyectos es de 22%.

#### 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 (subsolaje, aplicación de yeso y materia orgánica) y un sistema de producción agrícola específico, a ser aplicado durante un período de 5 años, basado en cultivos resistentes a las sales como arroz, algodón, pasto Rhodes y coco. A partir del 6º 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 drenes 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 que 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 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 productiva 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 manutención, 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\$ 2.214/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-costos 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.



#### **4.2.4. 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 implantación 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 ha.

##### **a. Concepción y Organización de un Proyecto Típico**

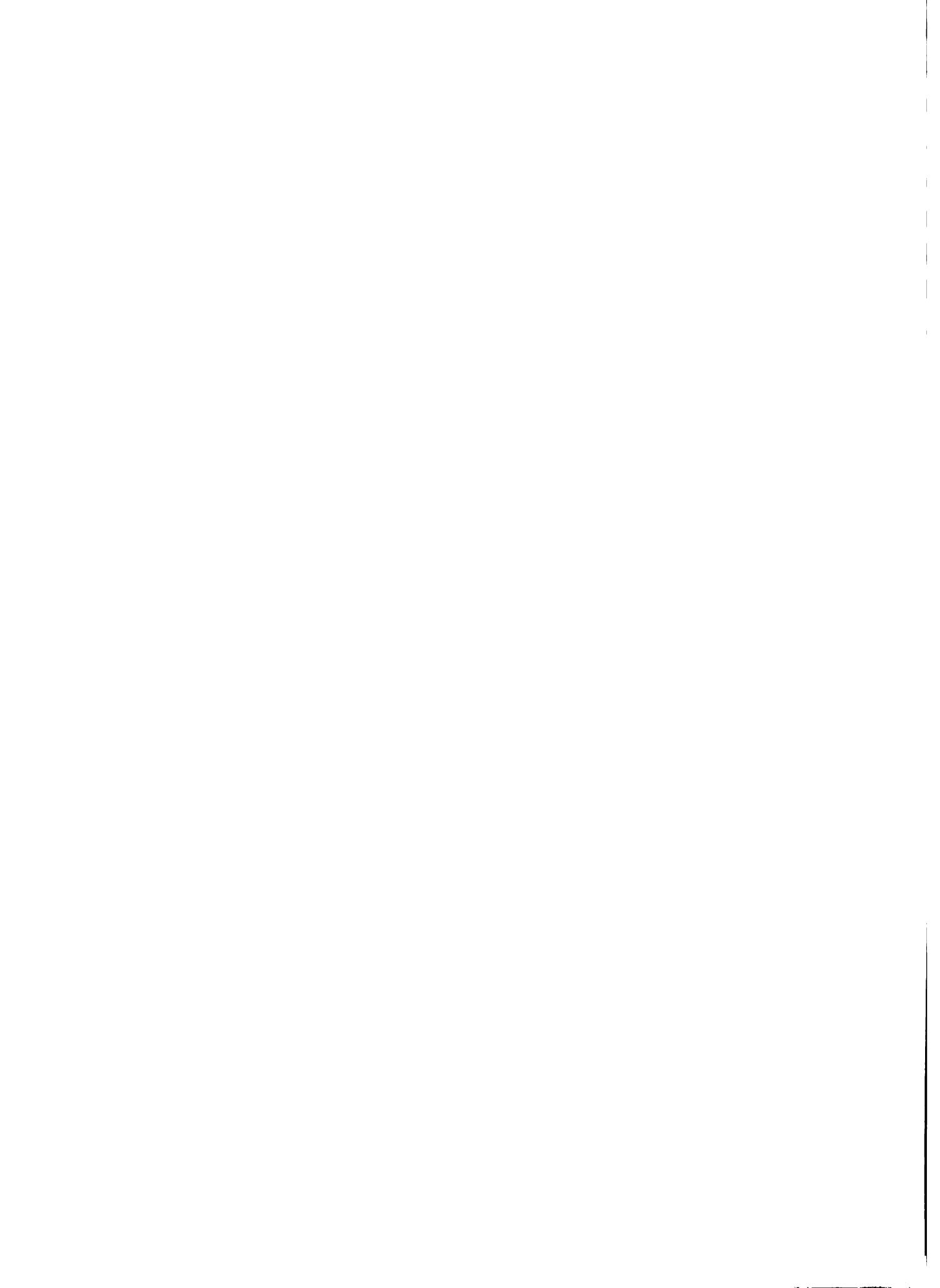
El proyecto típico corresponde a la Microcuenca de Jataí, en los Municipios de Urania y Jales, en la región Noroeste de São Paulo, la cual tiene una superficie de 3000 ha. Los beneficiarios directos son 52 agricultores que tienen área promedio de 30 ha.

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:

- 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 periodos de 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 8 represas sucesivas de tierra con altura de hasta 3 m 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 5 ha, para aumentar la eficiencia de uso del agua y permitir regar un área mayor. El desarrollo a nivel de la propiedad es de 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 8 modelos de producción que tienen como base la producción frutícola y como cultivo principal a 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, siendo que 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 ingreso al Mercado del Mercosul.

#### **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\$ 5.955 y US\$ 7.376 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 mantenimiento 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\$ 9.972/ha (Modelo G, 8 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 de los sistemas de riego, agrícolas y económicas de los diferentes modelos de riego privado en una microcuenca.

#### **4.2.5. 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.

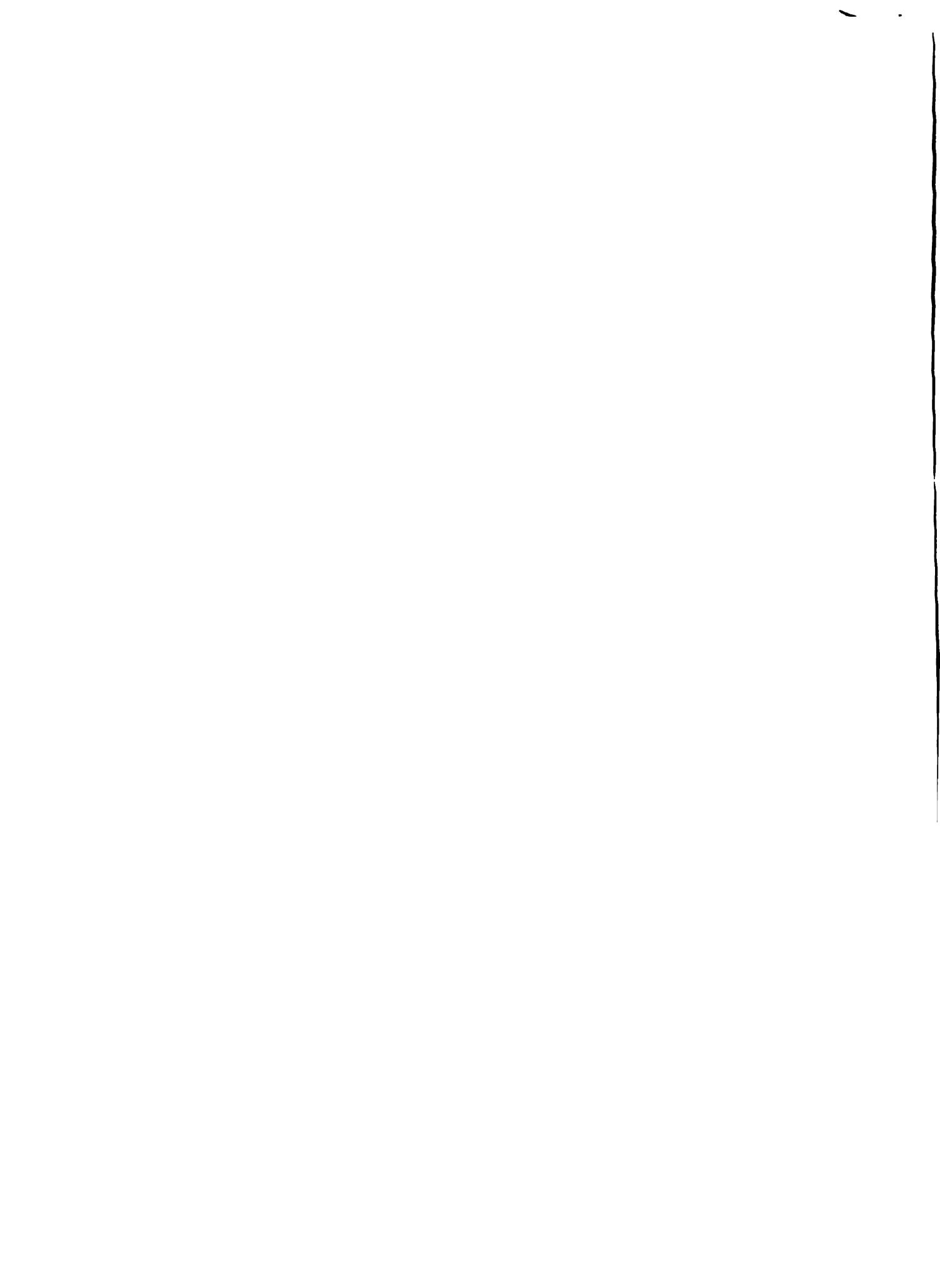
Los riesgos de los proyectos mixtos están relacionados con la ineficiencia de los organismos ejecutores de riego, demora en la organización y funcionamiento de los Distritos de Riego, la efectividad del nuevo modelo de asistencia técnica basada en la iniciativa privada, la actitud de los agricultores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

La promoción e incentivo del riego privado tiene claras ventajas para el gobierno ya que no representa 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 en vigor 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, disponga de crédito agrícola en cantidad y oportunidad. Los proyectos tienen sólidas bases de



**CUADRO 9. CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS DE RIEGO PRIVADO A NIVEL DE MICROCUENCA, BAJO EL CONCEPTO DE DESARROLLO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

VARIABLES/MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H
1. AREA DE RIEGO (ha)	6	4	4	2	2	9	8	1
2. SISTEMA DE RIEGO 1/	3G/3A	3G/1A	2G/2A	A	A	5G/4A	5G/3A	A
3. CULTIVOS	Vid Paltos Hortalizas	Vid Papaya Hortalizas	Vid Papas Paltos	Vid	Vid Papas	Vid Papaya Higo Paltos Maracuyá Hortalizas	Vid Papaya Higo Maracuyá Hortalizas	Vid
4. COSTO DEL RIEGO (US\$/ha)	6.729	7.366	7.376	6.239	6.239	6.454	6.579	5.955
- Infraestructura uso común (US\$/ha)	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	302	302	784	784	174	196	500
. Sistema de riego (US\$/ha)	1.972	2.478	2.488	950	950	1.784	1.887	950
- Operación y mantención (US\$/ha) (Distrito de Riego)	136	136	136	136	136	136	136	136
- Operación y mantención Sistema (US\$/ha)	100	150	150	130	130	100	100	130
5. BENEFICIOS FINANCIEROS								
- Renta Neto Anual (US\$/ha)	14.763	16.156	11.330	23.728	19.200	10.218	9.972	23.728
- TIR (%)	45	38	28	52	38	32	28	37

1/ G: Goteo; A: Aspersión



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, viene provocando impactos expresivos en los recursos naturales, especialmente salinidad y alcalinidad, y en el medio ambiente 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 financieros, 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 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 ha. 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 ha.

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 es 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?

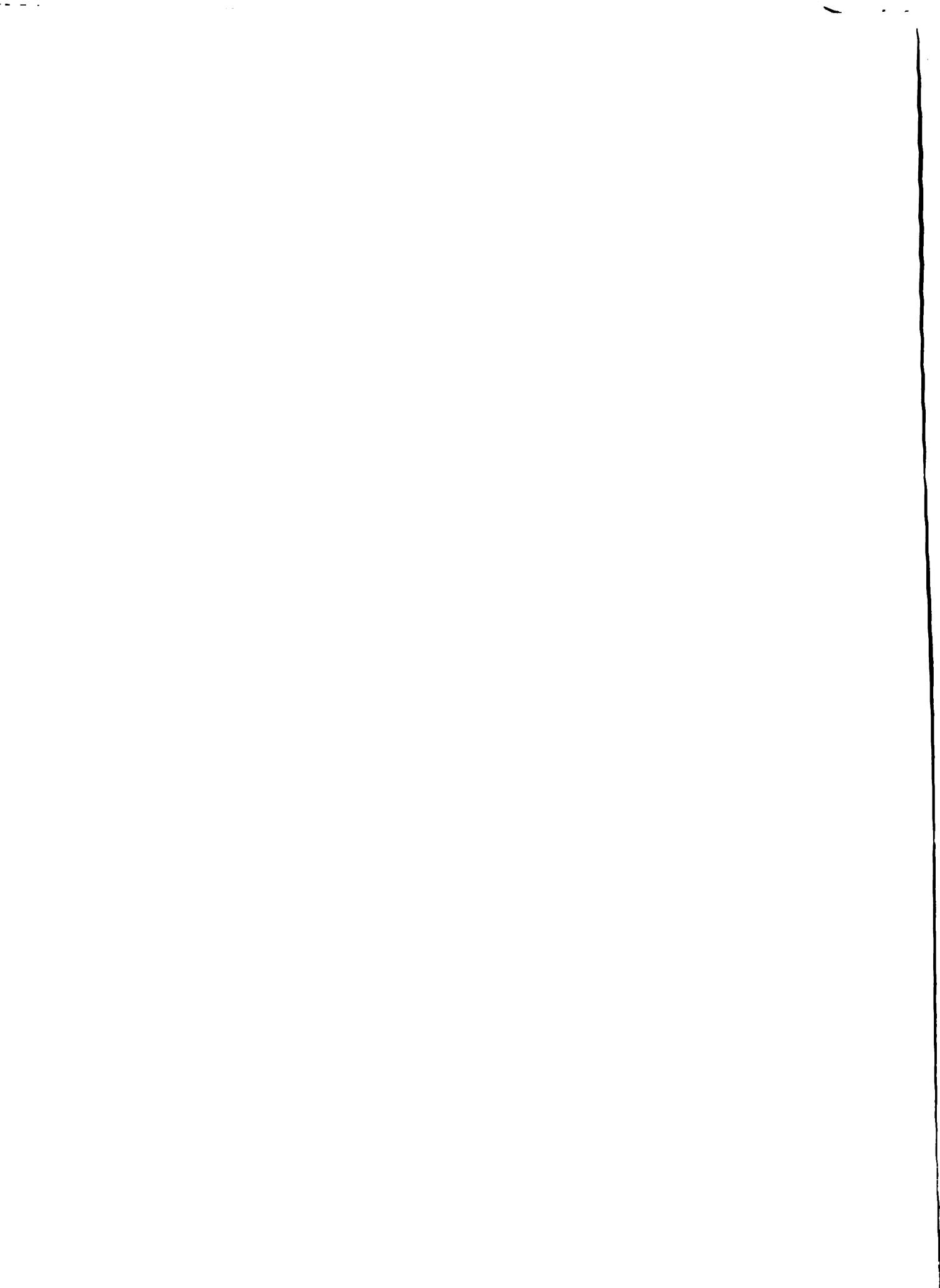
El desarrollo sostenido de las cuencas hidrográficas, especialmente bajo uso intensivo de los recursos naturales, como es el caso de la agricultura bajo riego, depende en gran parte de la obtención de una adecuada sostenibilidad institucional. Esta, sólo será obtenida con amplia participación de la sociedad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

## 5. 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 pueden mencionar 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 medio 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 que necesita ser operacionalizada. Ella representa una valiosa contribución para el desarrollo del riego en América Latina y el Caribe, recomendándose su aplicación en otros países.

e. La agricultura bajo riego se desarrolla bajo principios que favorecen la implantación de proyectos privados. Estos proyectos, independiente de la región ecológica y de las condiciones en que se desarrollan, 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 de 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 y sí 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.

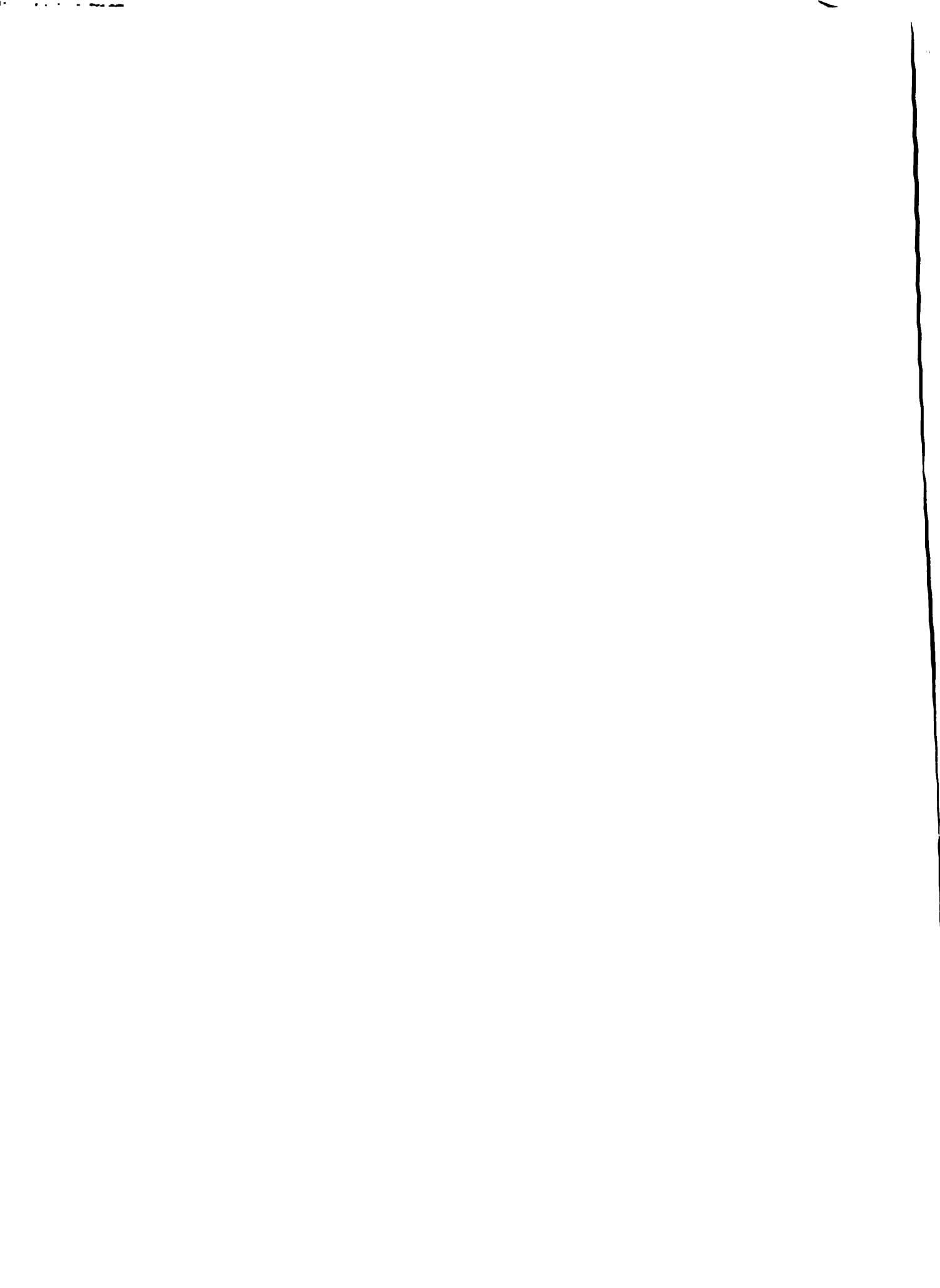


m. Para que el desarrollo de la agricultura bajo riego en América Latina y el Caribe sea un proceso sostenido, la planificación, implantación y operación de proyectos de riego debe obedecer a estrategias relacionadas con:

- (i) Definición e implantación de legislación para el ordenamiento de las acciones de conservación del medio ambiente (protección, preservación y recuperación ambiental).
- (ii) Exigencia de la elaboración de la evaluación del impacto ambiental (EIA) y del informe de impacto ambiental (RIMA).
- (iii) Implantación de los proyectos de riego bajo el concepto de desmonte racional, conservando la flora y la fauna.
- (iv) Operacionalización de los RIMAS y montaje de sistemas de monitoreo ambiental.
- (v) Definición e implantación de programas de educación ambiental para agricultores y la familia rural.
- (vi) Recuperación y modernización de los proyectos de riego en operación.
- (vii) Apoyo a los agricultores en aspectos de gestión empresarial, especialmente en proyectos de riego con pequeños productores.
- (viii) Organización de sistemas de asistencia técnica especializada (transferencia de tecnología).
- (ix) Definición e implantación de programas integrales de soporte tecnológico.
- (x) Financiamientos externos dirigidos para el desarrollo agrícola de los proyectos de riego.
- (xi) Desarrollo integral de los recursos naturales a nivel de microcuencas hidrográficas.

## 6. LITERATURA CONSULTADA

- ALVA, CARLOS. 1992. Resultados y recomendaciones de las actividades en ingeniería de distritos de riego en los sistemas de riego: Ceraima, Estreito y Gorutuba. Brasília, DF, FAO, 52 p.
- BARGHOUTI, S. e G.L. MOIGNE. 1991. A irrigação e a problemática ambiental. Finanças e Desenvolvimento, Junho 1991. p. 32-33.
- BRASIL. 1991. O desafio do desenvolvimento sustentável. Relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília, DF, Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CIMA). 204 p.
- FAO. 1992. Resultados y Recomendaciones del Proyecto "Asistencia Técnica para el Proyecto de Riego del Alto y Medio San Francisco". Roma, FAO, 70 p.



- FAO. 1989. Brazil National Irrigation Sector Review: Estimating the economic efficiency of irrigation. Brasília, DF, FAO. (Documento de Trabalho N<sup>o</sup> 36/89 CP-BRA 37 SR).
- IBAMA/SENIR/PNUD/OMM. 1992. Diretrizes ambientais para o sector de irrigação. Brasília, DF, IBAMA/SENIR/PNUD/OMM, 164 p.
- IICA/CODEVASF. 1992. Situação da produção do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho. Petrolina, PE. IICA/CODEVASF. 30 p. (Documento Técnico N<sup>o</sup> 1).
- KLAMT, EGON, 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 de Rio Grande do Sul. pp. 111-128.
- MIHAJLOVICH, D. 1992. Resultados y recomendaciones de las actividades en ingeniería de distritos de riego en los sistemas de riego: Maniçoba y Curaçá. Brasília, DF, FAO, 22 p.
- MILLAR, A. A. 1989. A recuperação e modernização dos projetos de irrigação como fator de expansão produtiva da agricultura irrigada. Brasília, DF, Convênio PRONI/IICA, 54 p.
- MILLAR, A. A., G.M. VIEIRA. G.B. FREITAS, A.P. de AGUIAR JUNIOR, E.A.M. FLORENCIO e Z.M.R. PEREIRA. 1989. Plano de recuperação e modernização do Perímetro Irrigado São Gonçalo. Recife, PE., Convênio PRONI/IICA, 187 p. (Documento PRMPI N<sup>o</sup> 8).
- MILLAR, A. A., O. BREVIS e F. de Souza. 1991. Projeto de Irrigação da Microbacia do Jatá. Brasília, DF, IICA. (5 volumes).
- PRONI. 1988. Resenha Setorial da Irrigação no Brasil. Brasília, DF, Programa Nacional de Irrigação, 80 p.
- PRONI. 1988. Desempenho da Irrigação no Brasil. Brasília, DF, Programa Nacional de Irrigação, 95 p.
- PRONI. 1989. O desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Análise e proposições. Brasília, DF, Programa Nacional de Irrigação, 64 p.
- PRONI. 1989. Projeto Nordeste I. Brasília, DF, Programa Nacional de Irrigação. Volume I e II.
- SOTO, J. e A. QUAGLIA. 1988. Situação inicial do Projeto de Irrigação do Alto e Medio São Francisco (São Francisco III). Brasília, DF, FAO/CODEVASF, 211 p.
- SOUSA, M. da C. SAMPAIO, A.C. de OLIVEIRA e H. RAMOS DE SOUZA. 1989. Emprego e renda em modelos típicos de produção na agricultura irrigada. Revista Econômica do Nordeste (Fortaleza) 20(4):409-430.



# PROYECTO DE RIEGO TIPO 0

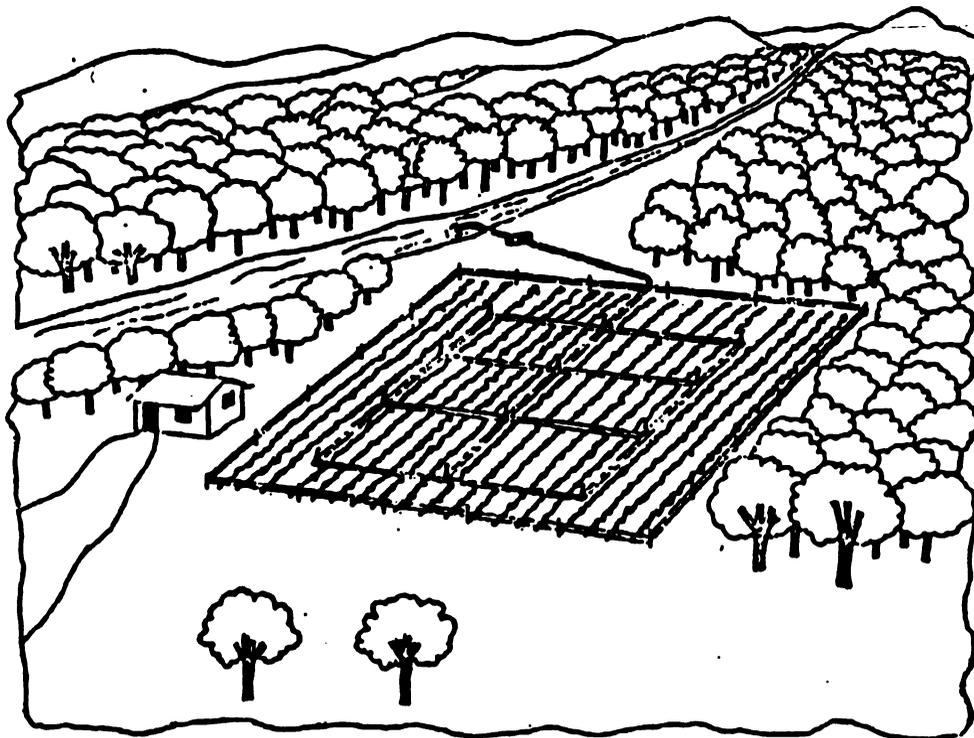
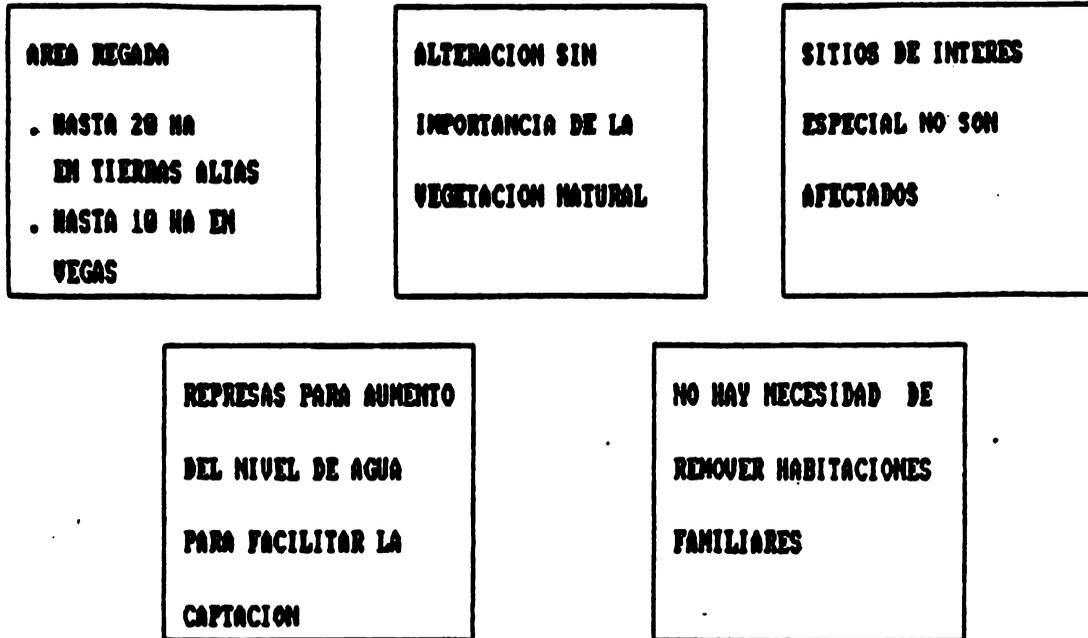


FIGURA 1. Representación esquemática de los Proyectos de Riego Tipo 0, con impactos ambientales irrelevantes.



# PROYECTO DE RIEGO TIPO 1

## AREA REGADA

- 20-150 HA EN TIERRAS ALIAS
- 10-80 HA EN VEGAS
- REPRESA CON ESPEJO DE AGUA DE HASTA 50 HA

PEQUEÑA ALTERACION  
DE LA VEGETACION  
NATURAL

SITIOS DE INTERES  
ESPECIAL NO SON  
AFECTADOS

NO HAY DRENES DE  
MACRODRENAJE

NO HAY NECESIDAD DE  
REMOVER HABITACIONES  
FAMILIARES

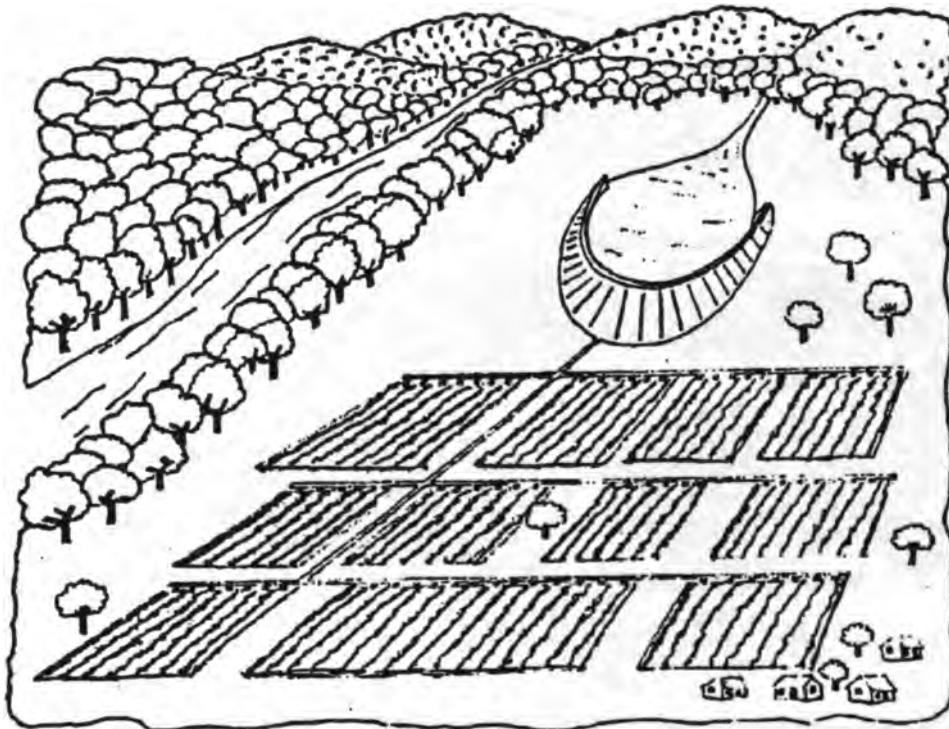


FIGURA 2. Representación esquemática de los Proyectos de Riego Tipo 1, con pequeños impactos ambientales.



## PROYECTO DE RIEGO TIPO 2

### AREA REGADA

- 150-400 HA EN TIERRAS ALTAS
- 80-160 HA EN VEGAS
- REPRESA CON ESPEJO DE AGUA DE HASTA 50-100 HA

### ALTERACION EXPRESIVA

DE LA VEGETACION  
NATURAL

### SITIOS HISTORICOS

ARQUEOLOGICOS, ESPE-  
LEOLOGICOS, INDIGENAS  
O DE INTERES CIENTIFI-  
CO SON AFECTADOS

### DRENES DE MACRODRENAJE

CON EXTENSION DE HASTA  
2 KM

### HAY NECESIDAD DE

REMOVER HABITACIONES  
FAMILIARES

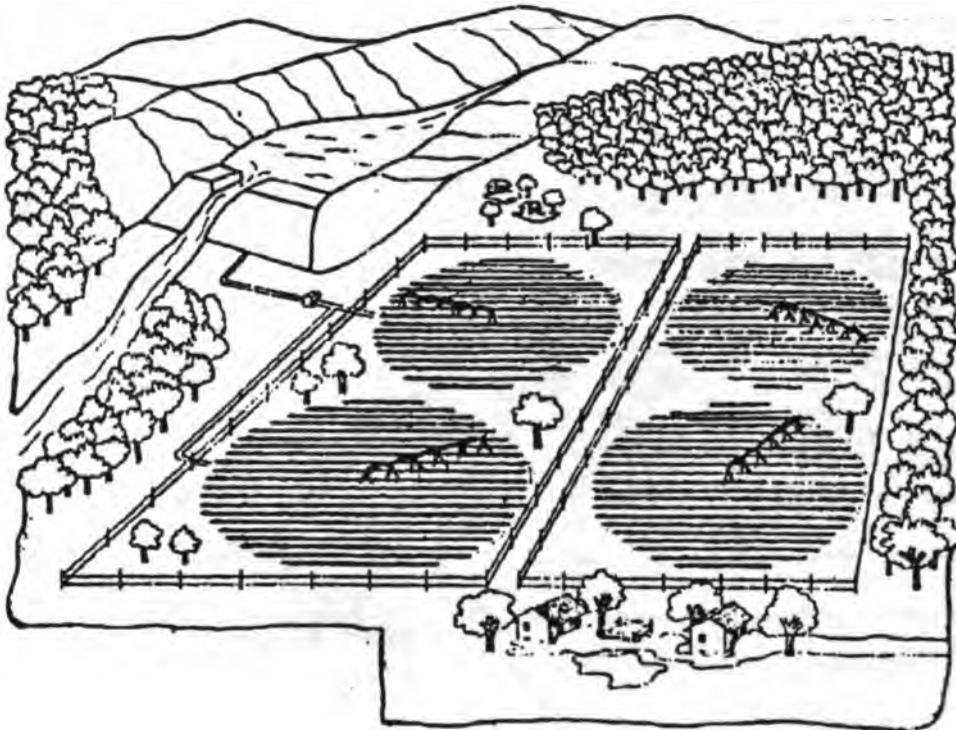


FIGURA 3. Representación esquemática de los Proyectos de Riego Tipo 2, con impactos ambientales de carácter moderado.



## PROYECTO DE RIEGO TIPO 3

### AREA RIGADA

- . > 400 HA EN TIERRAS ALTAS
- . > 160 HA EN VEGAS
- . REPRESA CON ESPEJO DE AGUA
- > 100 HA

### ALTERACION EXPRESIVA

DE LA VEGETACION  
NATURAL

### SITIOS HISTORICOS

ARQUEOLOGICOS, ESPE-  
LEOLOGICOS, INDIGENAS  
O DE INTERES CIENTIFI-  
CO SON AFECTADOS

### DRENES DE MACRODRENAJE

CON EXTENSION > 2 KM

### HAY NECESIDAD DE

REMOVER NUCLEOS  
HABITACIONALES

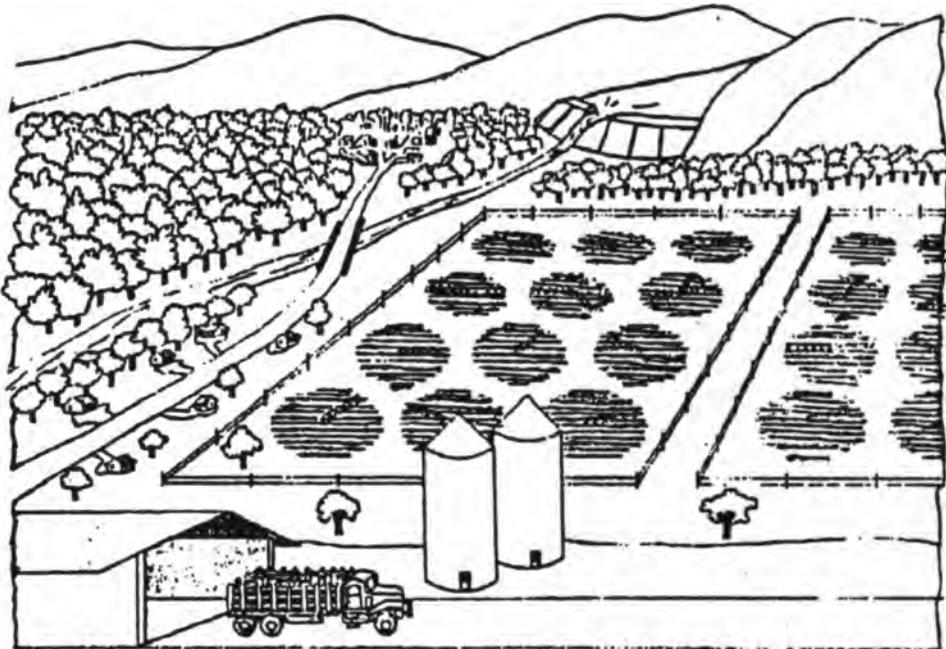
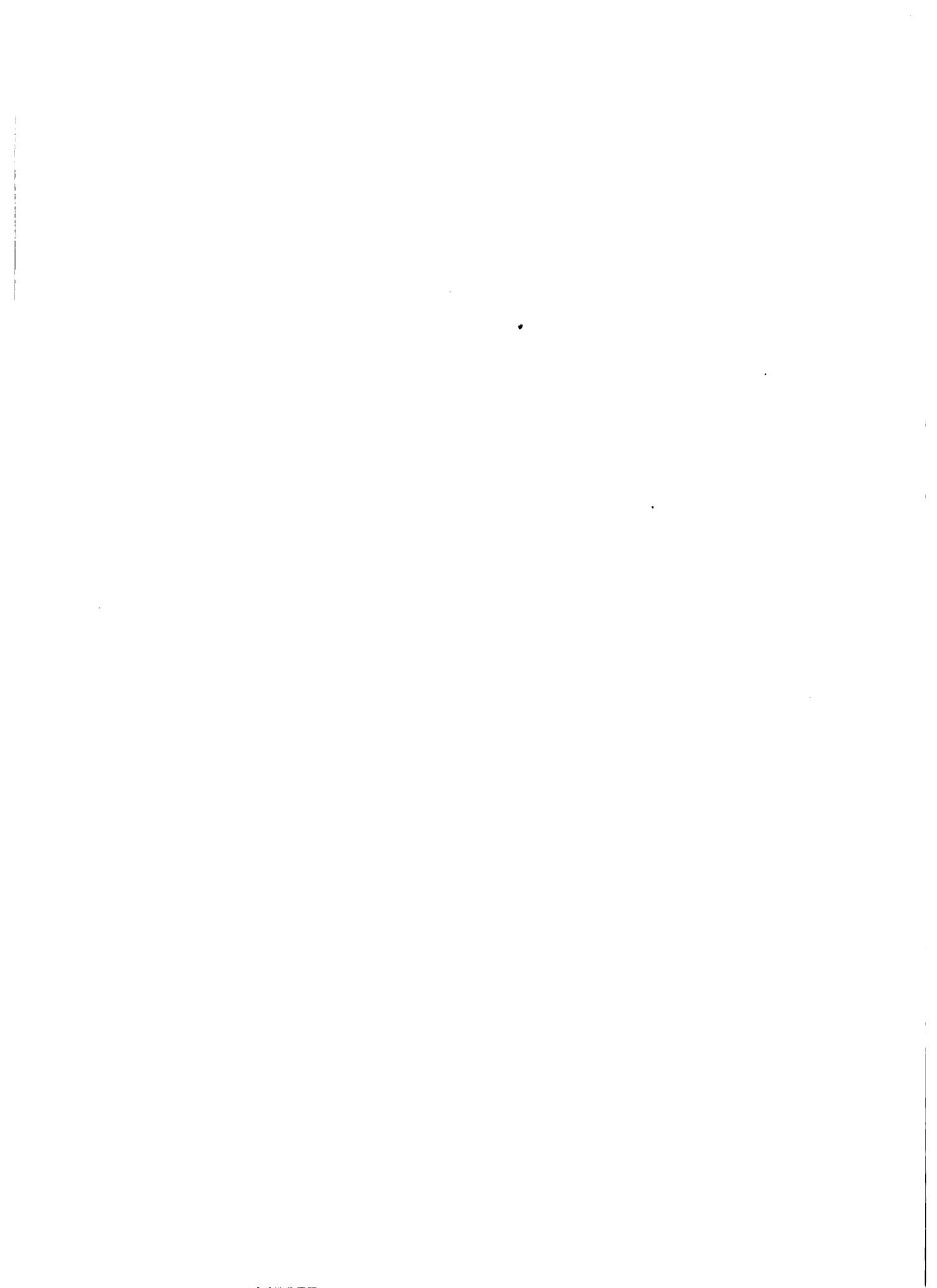


FIGURA 4. Representación esquemática de los Proyectos de Riego Tipo 3, con grandes impactos ambientales.





1871