

Manejo Eficiente de los Recursos Naturales Renovables



IICA 

Sergio Sepúlveda



4519



MANEJO EFICIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Sergio Sepúlveda

Sepúlveda, Sergio

Manejo eficiente de los recursos naturales renovables / Sergio Sepúlveda— San José, C.R.:IICA, 1998.

214 p.; 28cm.—(Serie Publicaciones Misceláneas / IICA, ISSN 0534-5391; NO. A1/SC-98-21)

ISBN 92-9039-378 5

**1. Recursos renovables. 2. Utilización de la tierra.
3. Ordenación de aguas. I. IICA. II. Título. III Serie**

**AGRIS
P01**

**DEWEY
333.7**

00000854

CONTENIDO

PRESENTACION.....	7
PREFACIO.....	11
CAPITULO I	
ESPACIOS RURALES Y EL USO RACIONAL	
DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES.....	13
I. INTRODUCCION.....	15
II. DESARROLLO SOSTENIBLE DEL ESPACIO RURAL:	
UNA APROXIMACION CONCEPTUAL.....	21
III. EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES.....	27
IV. EL AGUA, RECURSO ESTRATEGICO.....	30
V. LA CUENCA HIDROGRAFICA:	
ESLABON CRITICO EN EL CICLO HIDROLOGICO.....	34
VI. EL PROYECTO DE RIEGO ARENAL-TEMPISQUE:	
UN INSTRUMENTO DE DESARROLLO.....	36
VII. BIBLIOGRAFIA.....	38
CAPITULO II	
EL USO DE LA TIERRA Y LA COBERTURA VEGETAL.....	41
I. INTRODUCCION.....	43
II. CONTEXTO GEOGRAFICO, DEMOGRAFICO	
Y PRODUCTIVO	49
III. CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	54
IV. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA.....	55
V. RESULTADOS.....	62
VI. TENENCIA DE LA TIERRA Y SU IMPACTO AMBIENTAL.....	88
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	96
CAPITULO III	
LA EFICIENCIA EN EL MANEJO DEL AGUA.....	99
I. INTRODUCCION.....	101
II. EL AGUA DE RIEGO: SITUACIONAL ACTUAL.....	107
III. LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL DEL AGUA.....	114
IV. LA FUNCION DE PRODUCCION.....	117
V. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS.....	119
VI. RESULTADOS.....	127
VII. MEDIDAS PARA SUPERAR LAS	
DEFICIENCIAS DEL MANEJO DEL AGUA.....	132
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
IX. BIBLIOGRAFIA.....	137
ANEXO 1.....	139
ANEXO 2	157

CAPITULO IV

EL EFECTO DE LA ORGANIZACION SOCIAL Y TENENCIA DE LA TIERRA EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	163
I. INTRODUCCION.....	165
II. EXPERIENCIAS METODOLOGICAS EN ESTUDIOS DE MANEJO RE RECURSOS NATURALES	167
III. MARCO METODOLOGICO PARA EL ANALISIS DEL MANEJO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.....	170
IV. METODOLOGIA OPERACIONAL: PERCEPCIONES EN CUANTO AL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES.....	181
V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS.....	185
VI. ESTUDIO DE CAMPO DE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	205
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	210
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	214

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) se complace en presentar el documento "Eficiencia en el Manejo de los Recursos Naturales Renovables", como un aporte instrumental a la operacionalización del desarrollo sostenible de la agricultura y el medio rural.

Sin lugar a dudas, en la gran mayoría de los países de la Región, el uso y la gestión del recurso hídrico, ha adolecido de insuficiente estudio y planificación. En efecto, el abordaje del diseño de propuestas de uso ha sido, por lo general, puntual y con una clara deficiencia integradora. Ese es el caso de la construcción de infraestructura destinada a generar energía eléctrica para agroindustria. La misma suerte ha corrido la definición del uso del recurso hídrico -industrial, agrícola, para consumo humano y animal, turístico, etc.-, la cual, raramente incorpora un enfoque holístico e intersectorial que minimice las externalidades negativas que tales usos pueden provocar sobre el ambiente.

La ausencia de este tipo de perspectiva, prevaleciente en los últimos decenios en programas y proyectos de desarrollo de riego, ha alcanzado ribetes críticos debido a la magnitud del impacto que éstos han causado. En efecto, las estimaciones prevén, para mediados del próximo siglo, una crítica carencia de agua. Esa escasez relativa, que se espera incluso en los países que son considerados ricos en este recurso, obedece, en primera instancia, a la imprevisión en su manejo, a las actividades humanas que afectan su disponibilidad, y a

la alteración del ecosistema global, situación que afecta la continuidad y los patrones de flujo del ciclo hidrológico.

En muchos países de la Región, esta problemática aumenta aceleradamente como resultado del rápido incremento en la demanda por agua. De hecho, la actividad antropogénica está haciendo crecer esta demanda a tasas que, además de guardar una relación geométrica con el incremento de la población, son aceleradas por los procesos de industrialización y de urbanización desordenada.

Por otra parte, la disponibilidad de agua, en el tiempo y en el espacio, se ha tornado, también, en una de las limitantes críticas para el desarrollo de innumerables países y regiones. Las restricciones generadas por una oferta irregular de volúmenes de agua (en el tiempo) se ven agravadas por la pérdida cualitativa del agua disponible, como resultado de los altos niveles de contaminación. Este último hecho tiene serias implicaciones para el presupuesto nacional ya que exige la asignación de recursos adicionales para el tratamiento del agua, elemento esencial para múltiples actividades económicamente estratégicas.

Es importante resaltar que la actividad agrícola, en general, comparte la enorme responsabilidad de contribuir a la preservación de la calidad del agua, a la continuidad de sus flujos y a la protección de sus nacientes. Esto implica manejar y monitorear adecuadamente aquellas actividades relacionadas con la utilización de agroquímicos y sus desechos, conservar las fuentes de agua, y hacer una

acciones, le entregamos a la comunidad técnica el presente documento. En él se plantean una serie de instrumentos analíticos, simples y de fácil aplicación, y a la vez se recogen, no sólo los aspectos técnicos relacionados con la gestión del agua en un proyecto de riego, sino diversos elementos metodológicos relacionados con la participación organizada de los usuarios.

Al poner este documento en manos de quienes trabajan en la gestión de los recursos naturales y en la formulación de proyectos de desarrollo, el IICA espera

contribuir a reafirmar algunos procedimientos básicos para el manejo de los recursos naturales y destacar la importancia de la participación de los usuarios y de los beneficiarios en este tipo de iniciativas. Indudablemente, el manejo integrado de los recursos naturales y el uso racional del agua son necesidades que no pueden postergarse.

*Carlos E. Aquino G.
Director General*

PREFACIO

La presente publicación es parte de los esfuerzos que el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) realiza con el objetivo de fortalecer el concepto de desarrollo sostenible de la agricultura y del hábitat rural. De esta forma, el IICA busca actualizar sus instrumentos de trabajo y ser más eficiente en el diseño de estrategias, en la formulación de políticas y programas, y en la preparación de proyectos; todos ellos tareas relevantes en el campo de la cooperación técnica.

En el marco de las acciones del IICA, es importante destacar que el desarrollo sostenible se concibe como un proceso multidimensional, que procura mejorar la situación de los espacios rurales desde el punto de vista social, económico, ecológico e institucional. Esta visión de largo plazo se fundamenta en la construcción de una nueva institucionalidad, donde lo público y lo privado se articulan para alcanzar un objetivo común.

Precisamente al situar el concepto de sostenibilidad como eje orientador de la estrategia de desarrollo de la agricultura se plantea un cambio fundamental en la dinámica de las interacciones entre los diferentes actores intrasectoriales e intersectoriales. Lo cuál redundará directamente en los arreglos institucionales y las nuevas normas que deben regir las relaciones entre los diversos agentes económicos cum actores sociales.

El marco conceptual del desarrollo sostenible de la agricultura y del medio rural que viene propulsando el IICA, incorpora, de forma explícita, las dimensiones económica, ecológica social,

y político-institucional, de los sistemas locales, regionales y nacionales de organización social. Es decir, permea los diversos niveles de la "institucionalidad" -pública y privada- y requiere un replanteamiento de los roles del Estado y de la sociedad civil. Como se sabe, los ímpetus con que se ha posicionado al mercado como el instrumento preferido para asignar recursos, presenta un reverso de la moneda en los procesos de privatización y descentralización

Desde esta perspectiva multidimensional, la estructura conceptual del DSA y sus instrumentos de trabajo han sido diseñados en concordancia con la equidad social, la sostenibilidad ecológica, la modernización gubernamental, la descentralización y la competitividad económica.

Particularmente importante para la sostenibilidad es la equidad: de hecho, los procesos de desarrollo no pueden ser sostenibles si no aseguran equidad en la distribución de los resultados del esfuerzo de la sociedad en su conjunto, así como acceso a los recursos naturales y a los beneficios, en el mediano y largo plazo, del desarrollo. Ambos temas, sostenibilidad y equidad, requieren como piedra angular un amplio acceso a la participación política.

Las tres experiencias metodológicas que se exponen en esta publicación son complementarias al trabajo sobre Metodologías para el diseño de Diagnósticos y Estrategias de Desarrollo Sostenible. En este sentido, este documento forma parte de una serie de publicaciones que el Instituto ha concebido, con el objeto de construir un

conjunto de instrumentos metodológicos que sean prácticos para el personal de las instituciones de América Latina y del Caribe involucradas en el ámbito del desarrollo sostenible de la agricultura.

Los estudios que se exponen en este documento han sido formulados a partir de la experiencia del Proyecto de Riego Arenal Tempisque en Costa Rica y están orientados por dos hipótesis. La primera señala que el manejo ineficiente del agua en los proyectos de irrigación está generando serias externalidades negativas (tanto en el propio recurso agua como en el suelo). La segunda apunta al hecho de que la percepción de los agentes sociales y económicos sobre el manejo de los recursos naturales (y sus efectos) está limitada, por la perspectiva que les impone el papel que desempeñan en los escenarios analizados.

La información se organizó de la siguiente manera: el primer capítulo contiene una revisión sucinta de los principales señalamientos conceptuales emitidos por el IICA para lograr el desarrollo sostenible de espacios rurales, destacando la importancia que tiene, en este enfoque, el manejo racional de los recursos naturales renovables.

El segundo capítulo le proporciona al lector una visión general del espacio territorial analizado e incluye un análisis de los cambios ocurridos en la cobertura vegetal y de los principales problemas asociados a un deficiente manejo del recurso hídrico.

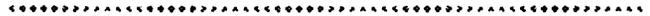
El tercer capítulo presenta una metodología destinada a evaluar la eficiencia en el aprovechamiento del agua. Esta metodología fue seleccionada por la

simplicidad de su aplicación, así como por la facilidad para ser utilizada bajo cualquier tipo de condiciones, financieras o técnicas.

Finalmente, se presenta una metodología que tiene como base la percepción humana para apreciar el manejo de los recursos naturales. Por experiencia, se ha demostrado que la percepción de los agentes varía en forma proporcional a la "distancia real" que existe entre ellos y el objeto observado. Igualmente, el grado de objetividad depende de la "distancia subjetiva" interpuesta entre el sujeto y el compromiso o las responsabilidades de su cargo. Estas premisas constituyeron la base para seleccionar tres categorías de agentes: burócratas/tecnócratas, productores comerciales y pequeños agricultores, y escudriñar su percepción con respecto al impacto causado por diversos arreglos de división de tierra y de organización social en el manejo del agua y los suelos.

Con el fin de mejorar esta publicación, cuyo diseño y ejecución fue posible gracias a la colaboración del IDRC, la GTZ y el IICA, los autores agradecerán, los comentarios y sugerencias de quienes comparten los intereses de estas instituciones por estimular el desarrollo sostenible de la agricultura y por mejorar las condiciones socioeconómicas y ecológicas de las generaciones futuras.

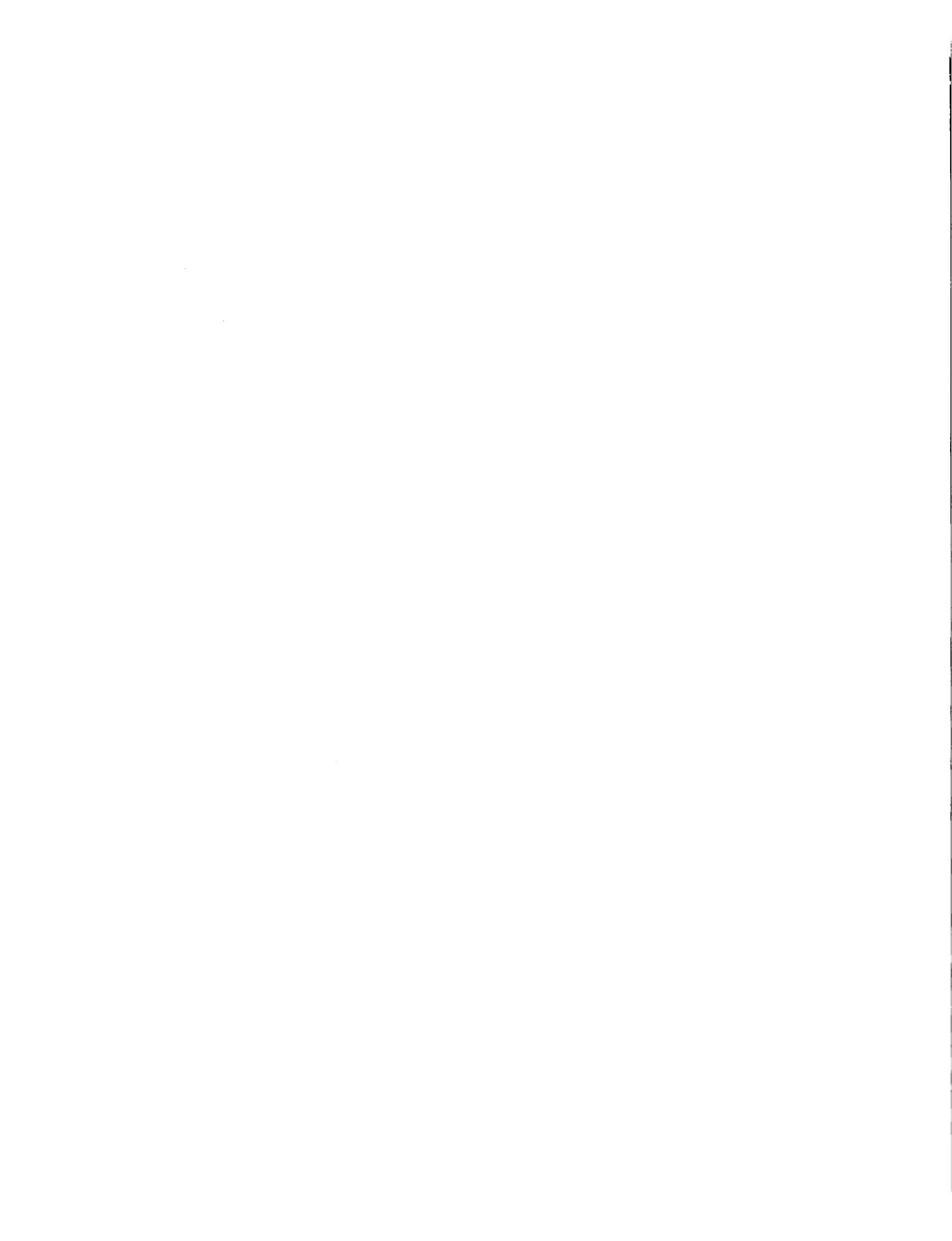
Sergio Sepúlveda, Ph.D.
Secretario Técnico del CODES



CAPITULO I

ESPACIOS RURALES Y EL USO RACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Sergio Sepúlveda



I. INTRODUCCION

En la actualidad, el desarrollo sostenible del medio rural ha pasado a ocupar un primer plano en la agenda política mundial. Esta situación no es obra de la casualidad: es producto de un claro entendimiento de la vinculación existente entre el potenciamiento de ese sector y el proceso de desarrollo nacional, y, es producto, también, de la comprensión del impacto que las actividades económicas gestadas en ese medio tienen sobre la base de recursos naturales.

Finalmente se ha visto que el suministro continuo de recursos antes considerados inagotables (como el agua, la madera y los alimentos, entre otros) y una mejor calidad de vida en el medio urbano (a través del acceso a servicios como vivienda, salud, educación y empleo), dependen, en gran medida, de la estabilidad económica y de los esfuerzos que se orienten hacia el desarrollo del medio rural.

Ha surgido, así, una nueva visión del medio rural; visión que se origina en el análisis de múltiples factores: biofísicos y económicos, tecnológicos, sociales y políticos. En este sentido, el diseño de políticas, el uso y la gestión de los recursos, la naturaleza -y la intensidad- de las relaciones con las naciones industrializadas comienzan, también, a tomarse en cuenta, como vectores gravitantes en el acontecer del medio rural.

Es por esta razón que hoy día, tanto las políticas de desarrollo como sus instrumentos de gestión, incorporan, en sus análisis, los medios que les permitan visualizar el impacto que causaría su aplicación. Esta nueva orientación ha

llevado a que se diseñen conjuntos de indicadores que, en el contexto de los grandes proyectos de desarrollo, acogen criterios de soporte ecológico y social en el largo plazo.

Igualmente clara es la tendencia, política y técnica, a percibir la organización del espacio territorial según ciertas variables estratégicas. Estas variables incluyen diversas unidades de análisis y trabajo, entre ellas: los territorios -y sus delimitaciones espaciales naturales-, las poblaciones -y su grado de desarrollo como fuerza productiva-, y la vocación natural de los espacios territoriales -sus potencialidades y sus limitaciones-. Es evidente, entonces, que estos nuevos esquemas de planificación del medio rural toman en cuenta, no sólo al conjunto de unidades espaciales, sino que prestan especial atención a sus múltiples interacciones y vinculaciones (entre sí y con los centros urbanos).

Con estas nuevas tendencias de desarrollo espacial se intenta lograr un mayor equilibrio y una mayor equidad en las relaciones entre el espacio urbano y el espacio rural; relaciones fundadas en la dependencia recíproca que existe entre las áreas generadoras de materias primas y de suministro alimenticio y aquellas que consumen, transforman y procesan esos bienes.

Una comprensión precisa de estas relaciones llevará al diseño de nuevas y más eficaces y eficientes medidas para contrarrestar los factores que hoy perpetúan los mecanismos de expulsión de población del medio rural, el acrecentamiento de los cinturones marginales en los centros urbanos, la nula,

o cuando mucho, escasa planificación en el uso de los recursos, la degradación de los suelos, la pérdida de la biodiversidad, la deforestación a gran escala, y la degradación de las cuencas hidrográficas - con todos sus efectos sobre las obras de infraestructura y sobre el potencial de producción energética en los países-. Estos factores, de naturaleza biofísica, económica y social son los que constituyen -y mantienen- el circuito de la pobreza, con el agravante de que la erosión de la base de recursos naturales - consecuencia directa de la ausencia de políticas orientadas hacia la sostenibilidad de las actividades en el medio rural -inhibe el potencial de desarrollo de los países.

En este primer capítulo se hace una revisión de los principales conceptos que, en determinado momento, se abordan en este documento. Adicionalmente, se describen brevemente los diversos componentes que participan en la problemática ambiental del área de estudio. Entre otros, se abordan factores como pobreza, suelo y agua.

La Necesidad de una Perspectiva Multidimensional y Espacial en la Gestión de Recursos

La escasa atención brindada históricamente a los problemas de degradación ambiental ha contribuido a generar la situación de crisis por la que atraviesa el ecosistema global. En innumerables casos esta actitud llevó al colapso de condiciones ambientales que tradicionalmente representaron una gran ventaja y un enorme potencial para promover y fortalecer el desarrollo de los países de la región.

En la actualidad, el sector poblacional más empobrecido y marginado es precisamente el que se encuentra asentado en el medio rural. Pese a ser ese el sector que a lo largo del tiempo más ha contribuido a generar riqueza, las

prioridades de desarrollo y los intereses de los grupos que han ejercido el dominio económico y político han privilegiado al sector urbano (especialmente a los centros administrativos y financieros, depositarios y beneficiarios de la riqueza generada en las actividades primarias), y en última instancia, a los centros internacionales de concentración del capital. Es en este contexto que se han ido construyendo las diferencias y las contradicciones, tanto al interior del espacio rural, como entre éste y los intereses del espacio urbano.

A partir de esta premisa y como resultado de un amplio proceso de reflexión, se plantean nuevas metodologías que, tomando en consideración todos los factores que contribuyen en la conformación de esta compleja trama, buscan diseñar propuestas más equitativas y más acordes con la nueva realidad sociopolítica; propuestas basadas en una mayor participación de la sociedad civil en la toma de decisiones. A continuación, el marco teórico que sustenta esta nueva proposición.

Una Revisión Conceptual del Desarrollo Sostenible

La visión espacial y el manejo territorial del concepto de desarrollo sostenible tiene, como punto de partida, los principales planteamientos teóricos y metodológicos del desarrollo económico regional y se complementa con algunos elementos de geografía moderna. Estos, a su vez, tienen como fundamento el análisis de los problemas económicos y sociales geográficamente localizados, para lo cual se utilizan modelos económicos y matemáticos (Gore 1984).

Tanto el desarrollo económico regional como la geografía centran su interés en el diseño de instrumentos de política para el desarrollo espacial de regiones y áreas urbanas, en especial de aquellas que buscan corregir el desequilibrio de

ingresos, las tasas sesgadas de crecimiento de producción y los patrones inadecuados de transporte y movimiento de bienes. Su objetivo global es el bienestar de la sociedad nacional.

Por otra parte, estas disciplinas son tomadas como referente por cuanto prestan especial atención al análisis de sistemas económico-ecológicos, a la formación de grupos de negociación (coaliciones) y a la resolución de conflictos. Esta última preocupación se debe al reconocimiento de que los actores productivos, localizados en determinados espacios territoriales, no responden únicamente a factores económicos en sus procesos de toma de decisiones.

Esta visión tiene como eje motor el mercado, en sentido estricto; se ponderan los elementos económicos tradicionales y se destaca el papel de los actores sociales. Al mismo tiempo, son de vital importancia las interfases existentes entre la agricultura, la base de recursos naturales y el comercio. En este sentido, los argumentos elaborados se encaminan en la dirección típica del desarrollo regional (Boisier 1992), lo cual implica un proceso de cambio en diversas dimensiones: la social, la económica, la ecológica y la político-institucional, así como también en sus interacciones. Es decir, se da un viraje hacia el uso y el manejo racional de unidades territoriales (regiones y microrregiones) para concretar una perspectiva de desarrollo de largo plazo. De hecho, se plantean cambios que incluyen una reasignación en el uso de la base de los recursos naturales y en el acceso a ellos; un aumento en el nivel de productividad y en el grado de diversificación de la producción; la transferencia del poder político hacia los gobiernos locales; la redistribución del acceso a los procesos de toma de decisiones, y, la distribución equitativa de las oportunidades generadoras de empleo e ingresos, entre otros.

En el marco de las aproximaciones hacia la integración de los factores y

elementos que estructuran la realidad en las diferentes categorías en que se pueden descomponer los procesos económicos, políticos y sociales, se inscriben estas nuevas visiones que contemplan la dimensión espacial. El Desarrollo Sostenible Microrregional se concibe, entonces, como un marco de referencia conceptual orientador de estrategias, políticas y programas de desarrollo rural nacional, el cual sirve de fundamento tanto para lograr cambios en las causas estructurales y funcionales de los desequilibrios espaciales y socioeconómicos, como para corregir algunas tendencias indeseables y promover la transformación del medio rural con una perspectiva de largo plazo. Todo ello en el contexto de estrategias nacionales de desarrollo y con las debidas vinculaciones al comercio doméstico e internacional.

Desarrollo Sostenible en el Plano Nacional

El desarrollo sostenible (DS) nacional toma como uno de sus puntos de partida la definición planteada por el informe de la Comisión Bruntland. Allí, se hace referencia al DS "como el proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas" (Naciones Unidas 1987). Desde esta perspectiva, el desarrollo económico, el uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente están inexorablemente vinculados. El DS se plantea en términos de aquel proceso de transformación de las diferentes dimensiones o componentes del "sistema de la sociedad nacional" (Trigo et al. 1991), que implica mutaciones en la asignación de las inversiones, y cambios institucionales y políticos, conjugados con transformaciones de orden tecnológico e informático que garanticen un uso racional de la base de recursos naturales. Solo así se podrán satisfacer las necesidades y aspiraciones de todos los grupos sociales, en el presente y en el futuro.

Desde una perspectiva de corte ecológico y ético, el DS se plantea como una relación entre sistemas ecológicos de gran cobertura y dinamicidad, en la cual se afiancen los siguientes elementos: a) que la vida humana pueda continuar indefinidamente; b) que las individualidades humanas tengan la posibilidad de crecer y multiplicarse; c) que las particularidades culturales puedan sobrevivir; d) que las actividades humanas se procesen dentro de límites que no pongan en peligro la diversidad, la complejidad y las funciones del sistema ecológico que sirve de base a la vida (Constanza, R. et al. 1991).

Ya en la vertiente de la nueva economía ecológica, el desarrollo sostenible en el plano nacional señala a la ineficiencia y a la ineficacia del mercado como causas de la erosión de los recursos naturales y de la degradación del medio ambiente, pero también apunta a la necesidad de una gestión ambiental eficiente. Este planteamiento reconoce los factores condicionantes, de carácter ecológico y distributivo, de la economía y el papel trascendental que pueden desempeñar las instituciones en la promoción de un manejo racional de los recursos naturales; refleja la importancia de la eficiencia económica en el uso de los recursos naturales, y, subraya los aspectos distributivos del desarrollo (entre generaciones y entre grupos sociales de una misma generación).

En el ámbito nacional, el desarrollo sostenible de la agricultura y del medio rural es concebido como parte de un proceso que se vincula por lo menos con dos interfases: la base de recursos naturales (el medio ambiente) y el comercio. Es decir, los actores sociales y los agentes económicos utilizan la base de recursos naturales y adquieren insumos para satisfacer sus necesidades de producción y para ofrecer bienes y servicios a los consumidores mediante la intermediación de los "mercados" y de sus respectivos agentes. Todo este proceso tiene como superestructura el sistema

institucional y jurídico vigente en cada país. Las decisiones sobre política macroeconómica tomadas en el plano nacional, evidentemente, condicionan las posibilidades reales para promover actividades, concertadas y coherentes, de desarrollo sostenible a nivel meso y microrregional.

La pobreza se visualiza, entonces, como causa y efecto de los desequilibrios estructurales nacionales y se postula que cualquier esfuerzo por resolver los problemas ambientales será neutralizado, a menos que se adopte una perspectiva distributiva más amplia. Tanto los pobres rurales como los urbanos se ven compelidos, por lo general, a hacer un uso intensivo de los limitados recursos naturales a los que tienen acceso. Al mismo tiempo, sus objetivos de corto plazo los inducen a reducir al mínimo sus costos de producción. Ambas situaciones se traducen en un elevado costo medioambiental: provocan, entre otros, un alto grado de erosión del suelo, la alteración de microcuencas y de fuentes de agua, la pérdida de la calidad del agua disponible y el vertido de efluentes contaminantes.

En esta línea de análisis, cabe retomar los argumentos de Hollis Chenery y de sus colegas más modernos, como Montek S. Ahluwalia, quienes plantean que "para ser realistas, los objetivos distributivos de los beneficios del desarrollo deben ir más allá de las medidas de alivio a la pobreza para cubrir temas que afectarán en alguna medida a los no pobres" (Ahluwalia, 1995).

En síntesis, para que el desarrollo sea sostenible debe ser concebido como un proceso multidimensional e intertemporal, en el cual la tríada equidad, sostenibilidad y competitividad se sustente en principios éticos, culturales, sociales, económicos, ecológicos e institucionales.

Los planteamientos aquí expuestos constituyen los principales desafíos por

resolver, con respecto a la posibilidad efectiva de la asignación presente de la producción, del consumo y, por ende, del grado de utilización de la base de recursos naturales, entre diversos espacios territoriales y entre diferentes grupos sociales. Este reto se torna aún más complejo al incluir, explícitamente, el tema de la intertemporalidad; es decir, las relaciones arriba señaladas deben incorporar un factor adicional: el tiempo; tiempo presente versus tiempo futuro, lo cual acrecienta algunos elementos intangibles en una función que, por definición, es sumamente compleja.

Como es evidente, en el centro de la discusión del desarrollo sostenible se encuentra el ser humano, su cultura, sus estilos de vida y sus patrones de producción y consumo. Es claro que la transformación multidimensional aludida anteriormente tiene como punto de partida la reeducación de los recursos humanos en todos los niveles.

Finalmente, los vínculos entre desarrollo sostenible nacional y desarrollo regional y microrregional sostenible son obvios; de hecho, en orden descendente, cada uno de ellos es un subconjunto del anterior; así, el DSERse entiende como una submatriz de un proceso significativamente más amplio (nacional), el cual involucra factores y actores nacionales e internacionales que condicionan permanentemente el quehacer a los otros dos niveles (Potter y Richardson 1993).

Heterogeneidad: base para un enfoque espacial

El estilo de desarrollo prevaleciente en la mayoría de los países de la Región ha producido diversos efectos, algunos deseados y previsibles, otros totalmente inesperados. Estos efectos son perceptibles en perfiles variados de tiempo (desde unos pocos meses hasta algunas décadas) y condicionan la configuración de los patrones de

asignación de recursos, distribución de los beneficios del desarrollo y manejo de los recursos naturales. Es decir, el modelo nacional de desarrollo determina la distribución espacial de las actividades económicas, la concentración territorial de la población, la localización y el grado de crecimiento de los centros urbanos, como también los tipos de vínculos entre determinadas unidades territoriales y el resto de un país.

En la práctica, este fenómeno ha generado un proceso de diferenciación espacial en el cual cada región adquiere papeles productivo-económicos y sociopolíticos concretos, como componente funcional de una compleja matriz de desarrollo nacional. Además, esta especificidad espacial ha inducido tipos particulares de vinculación entre diversas unidades territoriales en un espacio nacional; en algunas regiones tienen la connotación de una relación de dependencia, mientras que en otras, implican un papel de dominancia (Boisier 1996).

La diferenciación espacial y los tipos de enlace que se establecen entre regiones se hacen evidentes por medio de tres características del sistema socioeconómico y político-institucional: i) concentración geográfica de las actividades económicas y de la población en unas pocas unidades territoriales y en centros urbanos que tienden a transformarse en megalópolis; ii) centralización, en estas unidades territoriales, del sistema institucional responsable de los procesos de toma de decisiones; iii) disparidades extremas en cuanto a las condiciones de vida que presentan estas unidades territoriales con respecto a otros espacios territoriales.

Este es precisamente el punto de partida del enfoque conceptual del DSM. De hecho, la heterogeneidad espacial y socioeconómica instaurada en el sector rural, la diversidad institucional y política de las situaciones locales y las diferencias ecológicas entre unidades territoriales, así

como los enlaces desarrollados por estas unidades con el resto de la economía, delinean los elementos centrales sobre los cuales se fundamenta la propuesta de desarrollo sostenible microrregional.

Esta propuesta tiene como elemento gravitante la modificación de aquellas variables que generan tendencias desequilibrantes en las dimensiones socioeconómicas, políticas y ecológicas,

así como en la relación entre ellas. Para eso, se propone trabajar con base en escenarios alternativos de desarrollo, lo cual implica un proceso de transición entre un estadio actual y una situación futura. Como es fácil deducir, cada proceso de transición supone períodos de maduración diversos y requerimientos de inversión diferentes, en función de la brecha entre el nivel de desarrollo presente y la visión futura planteada como objetivo.

II. DESARROLLO SOSTENIBLE DEL ESPACIO RURAL: UNA APROXIMACION CONCEPTUAL

El Desarrollo Sostenible del Espacio Rural (DSER), se define como un proceso de transformación de unidades territoriales¹, fundamentado en una estrategia nacional y respaldo por políticas ad hoc diseñadas para superar los factores responsables de los desequilibrios espaciales, sociales, económicos e institucionales, que impiden el pleno desarrollo del sector rural e inhiben una efectiva participación de su población en los beneficios del proceso de crecimiento. Este enfoque reconoce las fallas del mercado como una de las principales causas del uso irracional de los recursos naturales renovables y también concede un papel crítico a las diferencias intergeneracionales, sociales y espaciales que impone el actual modelo de desarrollo nacional. La definición resalta, por un lado, la importancia de la eficiencia económica para promover el desarrollo sostenible en el sector rural, y a la vez, considera la enorme importancia de una distribución equitativa en el acceso a los beneficios del desarrollo económico (A. Ahluwalia 1995).

En ese contexto, los objetivos del DSER trascienden ampliamente las actividades aisladas y los proyectos diseñados específicamente para pequeños productores o campesinos; por el contrario, dichos objetivos establecen tanto la transformación de las relaciones y de las tendencias estructurales responsables de los desequilibrios espaciales del sector rural, como la rearticulación equitativa de aquellas unidades territoriales marginadas de los centros -regionales y nacionales- de desarrollo económico. Evidentemente, esta definición propone una perspectiva multidimensional de largo plazo, que garantice el uso racional de los recursos renovables.

Este enfoque define al “espacio rural” (ER), como la unidad de análisis, planificación y acción para su desarrollo sostenible. A su vez, este espacio de operación se define como el escenario territorial en el que se procesan relaciones sociales y económicas históricamente determinadas y cuyas fronteras son fácilmente reconocibles. Esta unidad territorial presenta cierto grado de homogeneidad desde el punto de vista de su potencial y de sus limitaciones, tanto ecológicas y productivas como sociales e institucionales. Representa, entonces, un escenario apropiado para asignar recursos que promuevan su transformación multidimensional.

El ER es visto, como aquel espacio mínimo en el cual es posible ejecutar actividades de naturaleza diversa, tales como: protección de recursos naturales estratégicos (suelo, fuentes de agua dulce, biodiversidad) y desarrollo de programas orientados a potenciar las capacidades productivas de la comunidad y a combatir la pobreza, entre otros.

En términos económico-productivos, en el ER adquiere especial relevancia el estímulo que se le otorgue a la competitividad a nivel de empresas productivas primarias y a sus vinculaciones a determinadas cadenas de producción-consumo, como por ejemplo cadenas agroalimentarias. Con este objetivo, en un contexto de organización y planificación se pueden superar los puntos de estrangulamiento causados por la inadecuada infraestructura física y social: en carreteras, puestos de salud, telecomunicaciones, en investigación aplicada sobre tecnología, en educación-capacitación y en escasa capacidad gerencial en los sectores público y privado.

¹ Estas unidades pueden ser regiones, municipios, cantones, cuencas, etc

Este énfasis en la competitividad responde a la cuestión básica de que para que la agricultura y el medio rural lleguen a ser competitivos, la población rural debe tener acceso a los servicios de apoyo a la producción y debe, además, contar con los servicios sociales básicos. Igualmente, debe contar con un flujo continuo de recursos naturales (por ejemplo, agua), pero también con mecanismos que regulen su acceso a ellos. De ese modo, se aseguraría la estabilidad del sistema de producción económica, la reproducción social y su interacción con el ambiente.

La importancia de visualizar escenarios territoriales permite, también, la incorporación de una lógica de economías de escala para determinadas actividades productivas. En efecto, en este argumento es importante resaltar la posición de Porter (Porter 1990) con respecto a la concentración geográfica (clusters) de ciertas actividades productivas, cuyo propósito es garantizar la eficiencia (por medio de la sinergia entre actividades y destrezas) en el desempeño de las diferentes tareas complementarias que integran la compleja cadena entre producción primaria y comercialización de bienes y servicios.

Desde el punto de vista operativo, la definición de la unidad de análisis y operación debe ser vista de manera pragmática y flexible. En algunos casos, la microrregión puede corresponder al espacio físico de una microcuenca; en otros, equivaldrá a un municipio o a un grupo de municipios. El trabajo en estos escenarios pretende, precisamente, integrar la dimensión político-administrativa a aquellas dimensiones que se relacionan con el manejo de los recursos naturales y con la organización social y que, indudablemente, constituyen un escenario apropiado para la ejecución de actividades de planificación con plena participación de la población local.

En resumen, lo que se pretende es orientar la acción hacia una unidad territorial en la cual se puedan realizar diagnósticos que sirvan de base a

estrategias de desarrollo sostenible, conducentes a programas de inversión y a proyectos específicos. Esto formaría parte de un proceso de planificación descentralizado, orientado por una instancia de gobierno local, con plena participación de las organizaciones de la sociedad civil y con una perspectiva multidimensional y de largo plazo.

En la práctica, este enfoque tiene por objeto dotar de instrumentos a los gobiernos locales o regionales, ubicando (georeferenciando) sus fortalezas y sus conflictos, y posteriormente, diseñando estrategias de desarrollo que se ajusten a su realidad y permitan potenciar su base productiva.

Dimensiones del Desarrollo Sostenible

Conceptualmente se reconocen cuatro dimensiones de desarrollo sostenible, las cuales, a su vez, corresponden a igual número de componentes del sistema de ordenamiento de las sociedades nacionales. La lógica de ese ordenamiento tiene como base, además de la organización de dichas sociedades, los mecanismos de articulación que se instauran entre los diversos grupos para cumplir las actividades básicas de producción y reproducción (dimensión social). Por otra parte, para garantizar el funcionamiento de las sociedades nacionales se han establecido diversos arreglos institucionales y políticos, cuyo objetivo es normar y orientar sus actividades y relaciones (dimensión institucional-política). Este esquema de ordenamiento social ha puesto especial énfasis en las normas de las actividades productivas y en la utilización de la tecnología, como instrumentos para asegurar la supervivencia de sus poblaciones, y para garantizar excedentes que viabilicen el comercio con otros países (dimensión económica). Por último, todas las actividades productivas utilizan energía y recursos naturales (renovables y no renovables) como

insumos básicos y generan bienes de consumo y productos primarios; a la vez, en la mayoría de los casos, ocasionan externalidades medioambientales negativas: efluentes contaminantes, erosión y deforestación, entre otras (dimensión-ecológica).

Este tratamiento multidimensional del desarrollo sostenible es apenas un reflejo de la compleja realidad del "sistema nacional" y de cada uno de aquellos componentes que se busca modificar para transformar el medio rural. No obstante, se reconoce que cada dimensión tiene sus características propias y, a la vez que condiciona a las otras dimensiones, está condicionada por cada una de ellas. En efecto, las interacciones entre los componentes de las diferentes dimensiones pueden, en determinado momento y circunstancia, ser tan importantes como los componentes principales de una dimensión señalada.

a. Dimensión social

La dimensión social no se refiere sólo a la distribución espacial y etaria de la población sino que remite, de manera especial, al conjunto de relaciones sociales y económicas que se establecen en cualquier sociedad y cuya fundamentación es tan variada como la religión, la ética y la propia cultura. Son precisamente estas relaciones las que determinan, en buena medida, el grado de acceso a las diversas formas del poder político, regional y local.

Asimismo, esta dimensión tiene como referente obligatorio a la población -en cuanto incorpora a los actores del desarrollo-, y a sus diversas formas de organización y participación en los procesos de toma de decisiones; es decir, presta especial atención al grado de organización de los diversos grupos de interés formados en torno a necesidades percibidas como comunes. En segunda instancia, centra su mirada en el tipo de

interacciones que ocurren entre la sociedad civil y los gobiernos locales y regionales, y entre la sociedad civil y otras instancias institucionales del sector público. Este elemento de análisis se fundamenta en el principio de que la población debe comandar su propio proceso de desarrollo.

Las alianzas sociales y la conformación de grupos de interés se perciben como mecanismos naturales de acceso al poder y de ejercicio del poder (empoderamiento). Por lo tanto, los lazos de interacción social son de importancia decisiva para promover y consolidar el proceso de participación y democratización regional y local.

En el espacio rural la población crece, se desenvuelve, se transforma y se relaciona, por medio de actividades productivas y económicas. De ahí que esta dimensión gravite, de manera especial, alrededor del recurso humano como principal actor del desarrollo: su potencial de transformarse y de transformar el medio que lo circunda, generando bienes pero también deteriorando la base de recursos naturales, lo posiciona en el centro del escenario. Los aspectos económicos de esta dimensión están vinculados, precisamente, con la capacidad y habilidad de dichos actores para utilizar y combinar los factores de producción con el propósito de generar bienes que les satisfagan sus necesidades básicas y que, a la vez, les garanticen un excedente comercializable.

En este contexto, el grado de desarrollo de ciertos espacios territoriales (cuenca, cantón, municipio) está directamente vinculado, entre otros, a dos factores: primero, a las habilidades y destrezas de los recursos humanos (a su capacidad real de generar excedentes y reinvertirlos en esa misma localización) y, sobre todo, al grado de distribución de los beneficios obtenidos.

Se deduce de ello que existen relaciones estrechas entre la dimensión

social y la dimensión institucional y política; relaciones que se originan, principalmente, en el acceso a los mecanismos desde los que se decide la asignación de recursos públicos para apoyar la infraestructura productiva y social. Así, se toma fundamental no sólo el grupo, o grupos, encargados de negociar el manejo de los instrumentos de política económica y social (programas y proyectos) sino la forma en que dicha negociación se lleva a cabo en las instancias regionales y locales (Current y Sepúlveda 1995). Este es, indudablemente, uno de los dispositivos más importantes para promover oportunidades de desarrollo socioeconómico.

b. Dimensión institucional y política

La dimensión institucional y política cobra particular interés en el proceso de democratización y participación ciudadana. En efecto, el principio que la sustenta es el de que la democracia hace posible la reorientación del camino del desarrollo y, por lo tanto, la reasignación de recursos hacia diferentes actividades y grupos sociales.

Esta dimensión considera la estructura y el funcionamiento del sistema político, sea nacional, regional o local. Es el nicho donde se negocian posiciones y donde se toman decisiones sobre el rumbo que se desea impartir al proceso de desarrollo económico. Además, se cimienta en un sistema institucional público que responde a las características del sendero de desarrollo escogido. Por lo tanto, en esta dimensión se definen los actores que representarán a los diversos grupos de interés y, por medio del proceso de negociación, se plantean los diversos tipos de equilibrio político.

El resultado final y tangible de dicha negociación se refleja en la clase (y en el volumen) de recursos asignados a distintos programas, proyectos u obras específicas que, de una u otra forma,

beneficiarán a la microrregión (o a la región) y que, en mayor o menor medida, satisfarán las demandas y necesidades de diferentes grupos.

Así, la dimensión política e institucional involucra al sistema institucional público y privado, a las organizaciones no gubernamentales, a las organizaciones gremiales y a los grupos de interés, entre otros. El proceso de descentralización del aparato público y el fortalecimiento de los gobiernos locales y el interés renovado por la democratización, permiten vislumbrar un nuevo papel para los gremios de la sociedad civil y, por supuesto, para las ONG. Esto implica, al mismo tiempo, un reacomodo del aparato público, en sentido amplio, y de los canales, formas y mecanismos de participación de la sociedad civil en los procesos de toma de decisiones.

Por otro lado, los gobiernos regionales/locales y el sector público continuarán fungiendo como articuladores del proceso de desarrollo y, en aquellos casos en que la participación directa de la sociedad civil sea imposible, como promotores de las acciones de desarrollo sostenible.

Desde la nueva perspectiva del desarrollo, los espacios locales y regionales se transforman en un foro de negociación e intercambio de demandas y prioridades de los grupos sociales; allí los técnicos del sector público -como instancia que representa al Estado- cumplen apenas la función de agentes del desarrollo. No obstante, ambas partes, actores y agentes, pueden llegar a conformar equipos que promuevan y ejecuten propuestas de desarrollo acordes con las demandas de las mayorías.

Esta propuesta de desarrollo plantea al ER como su unidad de acción; sin embargo, su ejecución exitosa sólo será posible en la medida en que en el sistema político e institucional (nacional y regional), se realicen ajustes coherentes

con un proceso de descentralización y de transferencia del poder político hacia las regiones y los gobiernos locales; es decir, en el tanto se favorezca el "empoderamiento" real de la sociedad civil.

Este proceso de transformación pretende aumentar, de manera significativa, las oportunidades y los mecanismos de participación política de la sociedad civil y es un elemento fundamental para lograr el fortalecimiento de los gobiernos locales y de las instituciones regionales: solo así se podrá cambiar el estilo y el grado de presencia del gobierno central en cada unidad territorial, de tal forma que la comunidad organizada defina cuáles son sus principales problemas, identifique los servicios que requiere para enfrentar esos problemas, y llegue incluso a proponer soluciones alternativas, cuyo costo estaría dispuesta a cofinanciar, si fuera necesario. A este tipo de acciones impulsadas por la comunidad organizada, el Estado debe responder en forma orgánica y sistemática.

De la misma manera, esta dimensión sienta las bases que posibilitan la renovación y el ajuste del marco institucional, tan necesarios para lograr la modernización institucional del sector público. En este nivel se consideran, además del papel del sector público, el nuevo rol que le pueda tocar desempeñar al sector privado y los mecanismos de interacción entre ambos sectores. Indiscutiblemente, el punto central de cualquier propuesta de desarrollo con una clara visión de largo plazo contempla la necesidad de incrementar la autonomía de los actores sociales, los agentes económicos y de aumentar su capacidad de gestión en los ámbitos regional, y local.

c. Dimensión económica

Esta dimensión se vincula con la capacidad productiva y con el potencial económico de las regiones y de los ER, y

es visualizada desde una perspectiva multisectorial que involucra las interfases de las actividades primarias con aquellas propias del procesamiento y del comercio, y con la que corresponde al uso de la base de los recursos naturales. En el caso de la primera, se incluyen todas las actividades intermedias relacionadas con el procesamiento de productos ligados a determinadas cadenas agroalimentarias y, por lo tanto, incluye actividades productivas primarias y secundarias de diversos sectores de la economía.

Forman parte de esta dimensión técnicas y tecnologías específicas, es decir insumos modernos, generalmente agroquímicos y maquinaria utilizados en la producción agropecuaria y forestal. Adicionalmente, se incluyen también aquellas tecnologías requeridas para transformar, procesar y transportar apropiadamente estos productos.

La capacidad de gestión de los productores es, por su parte, un componente fundamental que condiciona la transición de la producción, desde formas más tradicionales a estadios más complejos. En un contexto de cambios drásticos, tanto desde la oferta (producción) como desde la demanda (mercados), el manejo eficiente y competitivo de las unidades productivas es, sin duda, decisivo para garantizar el éxito de la transformación productiva.

Además, una importante porción de esta dimensión se refiere a las relaciones económicas y productivas generadas tanto en los mercados de cada unidad territorial como en otros localizados en diferentes unidades pero que, debido a su importancia, modifican las tendencias productivas tradicionales de la microrregión.

En el contexto de esta dimensión, debe prestarse especial atención a las tecnologías denominadas "tradicionales", ya que, en muchos casos ellas contienen la solución a numerosas contradicciones generadas por la tecnología de punta. Dichas tecnologías se derivan de un

acervo ancestral de conocimientos empíricos, cuya valía ecológica, práctica y económica, se está reconociendo cada vez con mayor fuerza, razón por la cual se están fortaleciendo los procesos para su identificación y rescate. Generalmente las comunidades nativas son el foco de estas iniciativas: ellas son las detentoras de un inmenso legado de conocimientos básicos, en donde el manejo y el aprovechamiento del bosque, y la utilización de subproductos silvestres (fibras, alimentos, medicinas, etc) resultan en impactos medioambientales negativos mucho menores.

d. Dimensión ecológica

Se parte aquí del siguiente postulado: el futuro del desarrollo depende de la capacidad de los actores institucionales y económicos para manejar, según una perspectiva de largo plazo, su stock de recursos naturales renovables y su medio ambiente. En esta dimensión se presta especial atención a la biodiversidad y, sobre todo, a recursos como el suelo, el agua y la cobertura vegetal (bosque), pues son los factores que, en un plazo menor, determinan la capacidad productiva de cualquier espacio.

Desde esta perspectiva, toda actividad productiva debe adecuarse a un conjunto de parámetros que aseguren el manejo racional de los recursos naturales y el equilibrio del medio ambiente. Esta

visión adquiere un significado especial desde que la unidad territorial de acción de DS está particularmente condicionada por su base de recursos naturales; de ahí que esta dimensión se relacione, principalmente, con el potencial productivo de las zonas agroecológicas y con los conflictos que surgen entre el potencial de uso y el uso efectivo de los recursos naturales.

Este tipo de análisis busca resaltar el potencial de los recursos naturales, pero también señalar sus limitaciones con el fin de garantizar su manejo racional. En última instancia, esta perspectiva pretende servir de base para promover inversiones - en agricultura y en producción forestal - que privilegien la utilización de procesos tecnológicos e insumos limpios, que eviten los conflictos de uso en los recursos naturales y que reduzcan al mínimo la generación de efluentes tóxicos.

En este contexto, la interacción entre los agentes económicos y el medio ambiente es fundamental. Se torna, por lo tanto, trascendental la capacitación de la sociedad civil en general y la de quienes representan a los gobiernos locales y a las instituciones regionales. Igualmente importantes son el papel del sector público y del sector privado, sus mecanismos de interacción y los dispositivos legales que pueden dar viabilidad a la utilización racional de los recursos naturales y el medio ambiente.

III. EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES

En los últimos 25 años la preocupación mundial por la estabilidad ambiental ha ido en aumento. La temática relacionada con este problema ahora ocupa un lugar central en la agenda política de los países y de los organismos internacionales, y se ha traducido en un amplio conjunto de iniciativas y actividades que han cruzado todo el espectro político y técnico: desde cumbres mundiales y regionales de mandatarios hasta eventos técnicos de los cuales han surgido importantes orientaciones políticas en temas afines.²

En Latinoamérica y el Caribe (LAC), este tema ha conducido, sobre todo, a esfuerzos tendientes a inventariar el acervo de los recursos naturales existentes en la región y a otorgarles su justo valor. Sin embargo, estos esfuerzos están condicionados por componentes estructurales que son, en definitiva, los

que actúan como vectores de los procesos degradatorios. La pobreza -y el crecimiento no planificado de la población como una de sus consecuencias más agudas-, los procesos de contaminación derivados de las actividades productivas, el uso intensivo de los recursos y las deficiencias en la asignación y distribución de recursos del actual modelo económico forman parte del sinnúmero de contradicciones que, en diversos niveles, afectan al conjunto de las sociedades.

La pobreza regional

En términos relativos, la pobreza en América Latina y el Caribe mostró una tendencia decreciente, durante en el primer sexenio de la década de los 90. No obstante, esto debe analizarse con cuidado pues su valor absoluto continúa creciendo.

² La primera versión de este apartado fue preparado por Roberto Flores V.

Cuadro 1: Población pobre e indigente en Latinoamérica y el Caribe (LAC), 1980-1994 (a)

Años	Población Pobre (b)			Población Indigente (c)	
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano
Rural					
1980	135 900	62 900	73 000	62 400	22 500
1990	197 200	120 800	76 400	91 900	45 400
1994	203 300	135 400	73 900	98 300	51 900

Fuente: CEPAL, 1997

(a) Estimación correspondiente a 19 países de Latinoamérica

(b) Personas en hogares en situación de pobreza. Incluye a la población en situación de indigentes

(c) Personas en hogares en situación de indigentes

En 1989 la CEPAL calculó que el número de personas que vivían por debajo de la línea de pobreza había pasado de 170 millones (en 1986) a 183 millones (en 1989), lo que suponía un aumento de 1% con respecto a la población total de la región. Entre 1990 y 1996 la magnitud de la pobreza disminuyó, como efecto asociado al crecimiento económico experimentado en la región. En el primer quinquenio la disminución fue de un 2%, lo que significó que la población pobre pasó de un 41% a un 39%, avance, sin embargo, insuficiente para contrarrestar el fuerte aumento de la pobreza que se dio durante la década pasada. En términos absolutos se estima que el número de latinoamericanos y caribeños pobres alcanza los 210 millones (CEPAL 1997).

Entre 1990 y 1996, la mayor reducción de la pobreza se dio, sobre todo, en las zonas urbanas, en donde descendió del 36% al 34%. En las zonas rurales, en cambio, la pobreza disminuyó marginalmente, al pasar del 56% al 55%. La extrema pobreza (que ha afectado severamente a las zonas rurales), ha contribuido, en buena medida, a expulsar a la población hacia las zonas urbanas,

provocando con ello el rápido crecimiento (entre un 71% y un 74%) experimentado entre 1990 y 1994 y, consecuentemente, haciendo que el valor absoluto de las poblaciones pobres e indigentes de las zonas urbanas supere al de las zonas rurales (Cuadro 1).

El recurso suelo

El suelo (o perfil del suelo), es el resultado de un largo proceso natural en el que participan la litosfera, la hidrosfera y la biosfera. En esta larga secuencia de eventos, simples y complejos, que dura entre centenares y miles de años y en el que se asocian adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas, se estructura este cuerpo natural con determinados atributos y características. La fertilidad, las características físico químicas, y la topografía sobre la que se asientan los suelos, determinarán, en gran medida, su vocación.

Perennemente el suelo ha sido objeto de procesos degradatorios: el manejo erróneo de otros recursos (como el agua y la cubierta forestal), así como otras

Cuadro 2 : Magnitud de los recursos naturales asociados al suelo, (LAC)

Recurso	Magnitud (millones de ha)	Participación en el Total Mundial (%)
TERRITORIO	2054	15
AREAS DE CULTIVO	1176	8
DISPONIBILIDAD PER CAPITAL DE TIERRAS	4.4 ha	
PASTURAS Y PASTIZALES	964	14
PASTURAS Y PASTIZALES PERMANENTES	588	18
AREAS FORESTALES	954	23
AREAS BOSCOSAS	1255	24
TIERRAS DE RESERVA	890	
HIDROENERGIA	36 % *	
RESERVAS DE LEÑA	1226 mill. de TEP**	

Fuente: Sánchez, F. en CEPAL, 1993

* % del total de las fuente energéticas.

** TEP: Toneladas Equivalentes de Petróleo.

actividades económicas desarrolladas por el hombre (prácticas de manejo de cultivo, procesos de urbanización, actividades extractivas y procesos industriales) han contribuido a mermar sus capacidades. Cada día millones de hectáreas de suelo pierden, irreversiblemente, su capacidad productiva, afectando con ello las posibilidades de desarrollo de pueblos que, tradicionalmente, han encontrado en sus propiedades la fuente de su sustento y el eje de su organización social.

Sobre una superficie de 2054 millones de hectáreas -que hacen al total de LAC-,

se asienta una población de 460 millones de habitantes, cuyas economías dependen, básicamente, de la extracción y del uso de los recursos naturales. Más aún, la importancia de este recurso es crítica para darle sustento a la mayor extensión de bosque tropical del mundo, a la mayor fuente de biodiversidad del planeta. Es, además, receptáculo de una de las principales zonas de producción de agua dulce del mundo. En el Cuadro 2 pueden apreciarse la diversidad y la magnitud de otros recursos que, directa o indirectamente, dependen del suelo.

IV. EL AGUA, RECURSO ESTRATÉGICO

El agua es considerada un recurso natural básico e insustituible, sin el cual ninguna actividad humana es posible. El agua, a diferencia de los otros recursos naturales, tiene la propiedad de renovarse continuamente mediante el ciclo hidrológico (Marín, R. 1992).

El agua ha contribuido decisivamente en la estructuración de todo tipo de sociedades: en torno a ella se han agrupado, a lo largo de la historia universal, pueblos que, en función del uso que han hecho de este elemento, han dado origen a civilizaciones de gran esplendor.

Más de tres cuartas partes del planeta están cubiertas de agua (Cuadro 3), pero de ésta tan sólo un 2.5% es agua dulce. De

esta proporción de agua dulce, un 0.76% es agua no congelada y se encuentra distribuida sobre la superficie del planeta, en la atmósfera, en reservorios subterráneos y contenida en los tejidos vegetales y animales. Es decir, el agua dulce utilizable constituye menos del 1/5.000 de la hidrosfera. El 95 % de toda el agua dulce está almacenada en lagos, por lo que el agua que fluye en cursos de agua representa, apenas, el 0.0002 % del agua del planeta (Antón, D.1996).

Los diversos usos que se le dan al agua y los volúmenes que actualmente se utilizan, representan, en el mundo moderno, la aparición de nuevos conflictos y la agudización de otros. Adicionalmente, el agua disponible no cuenta, por razones naturales y antrópicas,

Cuadro 3 : Reservas mundiales totales de agua (en km³ y %)

Modo de Almacenamiento	Volumenes en km ³	Porcentaje
Océanos	1.138.000.000	96.02%
Casquetes Polares	23.814.100	2.009%
Hielos Subterráneos	300.000	0.025%
Lagos	176.400	0.015%
Aguas Subterráneas	22.530.000	1.90%
Humedad Del Suelo	16.500	0.0014%
Cursos De Agua	2.120	0.0002%
Agua Atmosférica	12.900	0.0011%
Agua En Pantanos	11.470	0.0010%
Nieve En Los Continentes	250.000	0.02%
Agua Biológica	1.120	0.0001%

Fuente: Marín, R. 1992.

con todas las condiciones de calidad y renovabilidad necesarias para satisfacer las demandas que continuamente surgen en amplias regiones del planeta. El agua, por lo tanto, se ha convertido en uno de los principales factores que inciden en el crecimiento demográfico y económico de ciudades y países. Más aún, considerando el desigual reparto de este elemento sobre la tierra, así como sus inadecuadas prácticas de gestión, se prevé que en los próximos decenios el agua será la fuente de importantes conflictos locales e internacionales.

Usos del agua en las sociedades actuales

Para comprender el valor estratégico de este recurso es necesario conocer y comprender la multidimensionalidad de los efectos que su uso, o su escasez, tienen en las sociedades contemporáneas. Es incuestionable la necesidad que tienen las sociedades de contar con un aprovisionamiento continuo de agua; igualmente importante es que ésta guarde una calidad mínima que la haga susceptible de los diversos usos que se le dan. Pese a esto, la creciente demanda por este recurso y las diversas actividades del hombre han provocado, en algunas regiones, la modificación del ciclo hidrológico. Esta situación ha causado, entre otros, sequías prolongadas y pérdida de la regularidad histórica de los flujos de agua de lluvia. Los reservorios de agua (por ejemplo, los lagos y las fuentes subterráneas) también han sido afectados: han sido explotados muy por encima de su capacidad de reposición. Así mismo, otros grandes cuerpos de agua han sido contaminados con efluentes biológicos e industriales, con lo cual no solo se han deteriorado sus ecosistemas sino que el uso de esta agua para actividades humanas se ha visto limitado y en ocasiones imposibilitado.

A continuación se describen los principales usos del agua así como sus más conocidos impactos en los planos ambiental, social y productivo.

Para consumo humano

Uno de los usos más extendidos que se hace de las fuentes de agua tiene que ver con el consumo humano, tanto en las comunidades urbanas como en las rurales; pero, el uso doméstico del agua también incluye lavado de enseres, lavado de ropa, agua para el aseo personal y agua para la eliminación de las excretas. Este tipo de demanda requiere, además de calidad, continuidad. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la exigencia de agua para los usos descritos anteriormente no se da sólo desde los hogares, sino también desde oficinas e industrias, hoteles, escuelas, restaurantes y centros de recreación y esparcimiento, entre otros.

El suministro adecuado de agua potable, en términos de calidad y cantidad, junto con obras de infraestructura como el alcantarillado para la eliminación de las aguas servidas, es considerado como un indicador de la calidad de vida de los pueblos.

Para riego

El riego ha sido, desde la antigüedad, uno de los principales instrumentos para incrementar la producción agrícola. En diferentes latitudes, tierras consideradas estériles por su limitada disponibilidad de agua, han sido incorporadas a la producción agrícola (desde hace décadas), mediante la aplicación de diferentes sistemas de riego, algunos artesanales, otros mucho más complejos y dotados de importante infraestructura.

El crecimiento de la población mundial y su consecuente demanda por alimentos; el agotamiento de la frontera agrícola y la necesidad de aumentar la productividad, son algunos de los factores que han impulsado la aplicación y la intensificación del riego.

Sin embargo, cuando los proyectos de riego son a gran escala, tienen variados impactos sobre el escenario natural: la

Cuadro 4 : Consumo estimado de agua para la producción de rubros seleccionados.

Producto	Unidad de Medida	Volúmenes de Agua
Azúcar	Tonelada	100 m ³
Acero	Tonelada	150 m ³
Petróleo	Tonelada	180 m ³
Papel	Tonelada	250 m ³
Seda Artificial	Tonelada	1 000 m ³
Plásticos Y Fibras Artificiales	Tonelada	1 525 m ³

Fuente: Marín, R. 1992.

extensa y compleja red de canales que suele acompañar a estos proyectos provoca una ruptura en la continuidad de los hábitats de diferentes especies de animales, creando, en ocasiones, barreras insalvables entre los espacios que les brindan refugio y los que les proveen el sustento alimenticio.

Igualmente, el hecho de incorporar tierras que por sus características no se consideraban aptas para la agricultura (tierras que no contaban con un flujo natural, continuo y adecuado, de agua) ha privado a la flora y a la fauna silvestres de grandes espacios geográficos que anteriormente constituyeran su refugio

Además, en los grandes complejos de riego el agua suele ser transportada a través de grandes distancias por medio de canales, convirtiéndose, así, en el primer agente diseminador de semillas y esporas de hongos y otros fitopatógenos; organismos que pueden impactar severamente aquellos ecosistemas que hasta el momento habían desconocido su presencia (por las barreras naturales que pudieron haber existido y que fueron rotas por estos proyectos de riego).

Para consumo industrial ³

La actividad industrial constituye, junto con el crecimiento demográfico, una

de las actividades que por su tasa de crecimiento (5%), en los últimos decenios ha incrementado la demanda de agua a niveles que hacen cada vez más restrictivo y escaso este bien natural.

A pesar de que el desarrollo científico y las innovaciones tecnológicas permiten un uso más eficiente del agua (reaprovechamiento y recirculación), lo cierto es que la tasa de crecimiento de la producción industrial obliga a que en el futuro, se disponga de cantidades aún mayores de este elemento: sólo así se podrán satisfacer las nuevas demandas, originadas, principalmente, por la expansión demográfica. La producción de plásticos, por ejemplo, se duplica cada cinco o seis años; consecuentemente, aumentan los volúmenes de agua utilizados exclusivamente en los procesos industriales, y aumenta también, en la gran mayoría de los casos, la demanda energética para llevar a cabo esos procesos (Cuadro 4).

Para la producción de energía hidroeléctrica

La producción de energía eléctrica a partir de la capacidad generadora del agua es una de las más limpias y eficientes. Sin embargo, esta forma de generar energía suele tener serios impactos sobre el ambiente, impactos que muchas veces no

³ En el contexto de las actividades industriales el uso del agua puede darse de las siguientes maneras (Marín, R. 1992):

- a. Como materia prima para la producción industrial de alimentos y otros bienes intermedios y finales derivados de actividades agropecuarias
- b. Como materia prima en industria química
- c. Como medio de refrigeración de los sistemas industriales mecánicos y termoelectrónicos
- d. Como receptáculo de efluentes industriales
- e. Como medio de transporte masivo de insumos y productos industriales (navegación)

han sido evaluados en su dimensión apropiada.

La ejecución de grandes proyectos que por lo general combinan la producción de energía hidroeléctrica, el riego y el establecimiento de plantas de tratamiento para suministrar agua para consumo humano e industrial, supone modificaciones espaciales radicales. De hecho, el escenario físico puede sufrir cambios como la creación de grandes lagos artificiales cuyos propósitos van desde la generación de energía, el riego y el suministro de agua, hasta el de servir como áreas turísticas. Esto último puede producir cambios sociales que afecten los sistemas de producción tradicionales y, además, puede provocar el surgimiento de otras actividades económicas como externalidades a estos proyectos.

Este tipo de desarrollo, casi sin excepción, ha llevado consigo el reasentamiento forzado de comunidades rurales, provocando la desarticulación del núcleo familiar, el aumento de enfermedades, la alimentación deficiente y la ruptura en la articulación socio-productiva y en el acceso a los servicios educativos y de salud. (Millar, A.1993)

Los efectos sobre las poblaciones y sobre el espacio geográfico en el que son reasentadas estas comunidades son, por lo general, duraderos: tal es el caso del desequilibrio económico social y la sobrecarga en la infraestructura de servicios educativos y de salud. Esta situación puede provocar conflictos con otros pueblos, principalmente cuando la competencia por los servicios se inicia de manera abrupta. Cabe indicar que en el

medio rural, la infraestructura de servicios, particularmente los sociales, es escasa y de mala calidad, y su desarrollo, además de ser oneroso, toma largo tiempo.

Además del impacto social, los proyectos para la generación de energía hidroeléctrica traen consigo importantes efectos sobre la flora y la fauna. Las grandes represas que acompañan a los macro proyectos resultan en la inundación masiva del hábitat natural de numerosas especies de plantas, animales y microorganismos, alterando de manera severa sus espacios vitales y en ocasiones provocando su extinción.

Para la navegación fluvial

Otro de los usos estratégicos que ha tenido el agua lo constituye la navegación fluvial. En la historia de la humanidad, el transporte y la comunicación por vía acuática han sido factores críticos como generadores de desarrollo y civilización. En la actualidad, sin embargo, los deficientes mecanismos de gestión de agua han mermado grandemente el potencial del agua como medio de transporte y de comunicación. Los procesos de sedimentación derivados de una erosión cada vez más intensa han contribuido, de manera decisiva, a reducir la profundidad de los lechos de los ríos (por la formación de islas de sedimentos y bancos de arena) limitando, con ello, la circulación de navíos de gran calado. De igual manera, la eutroficación (que promueve el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas) representa otra barrera física al flujo del transporte acuático.

V. LA CUENCA HIDROGRAFICA: ESLABON CRÍTICO EN EL CICLO HIDROLÓGICO

Una cuenca hidrográfica es una unidad natural, cuya superficie topográfica está delimitada por una línea divisoria conformada por líneas de crestas, colinas, montañas o escarpamientos. En ella se desarrolla una red hidrográfica o de drenaje, como lo son un río y sus afluentes, los que terminan su curso en el mar. Esta unidad natural, cuyas dimensiones oscilan entre varios centenares y varios millones de km², es susceptible de ser dividida en subcuencas y microcuencas.

En el contexto del ciclo del agua, la cuenca juega un papel primordial en lo que se refiere a la estabilidad y a la continuidad de este ciclo. En una cuenca hidrográfica, entendida como un sistema de flujo, se da la entrada de agua en forma de precipitación (lluvia, granizo o nieve), el fluir del agua (a través de arrollos, ríos y por escorrentía), el almacenamiento del agua (en lagos y en acuíferos), y la salida del agua (a través de los cursos de agua, por evaporación, por pérdidas subterráneas y por sistemas antrópicos de bombeo y desvío de agua de una cuenca a otra).

En una cuenca hidrográfica existe una estrecha dependencia entre lo que sucede río arriba y lo que sucede río abajo. Una disminución de la precipitación en las partes altas de la cuenca representará una reducción de los caudales río abajo y, consecuentemente, una menor disponibilidad de agua. De la misma manera, fuertes precipitaciones en las partes altas representarán crecidas en las partes bajas. En otro orden, la contaminación de pequeños cursos de

agua puede repercutir sobre la calidad del agua, de la flora y de la fauna a lo largo de centenares de kilómetros río abajo de la fuente de contaminación.

De importancia crítica en una cuenca hidrográfica son los acuíferos. Estos son reservorios subterráneos de agua, que se desarrollan por infiltración. Su valor radica en que, a través de las áreas de recarga, se reduce la velocidad con que las aguas que entran al sistema drenan superficialmente hacia el mar. Las aguas subterráneas tienden a aflorar a la superficie, permitiendo un flujo continuo de este elemento para las diferentes actividades humanas. Asimismo, es posible extraer, mediante bombeo, agua para suplir las necesidades en momentos de escasez de flujos superficiales. Por otra parte, los afloramientos de agua subterránea permiten mantener la continuidad de los flujos que alimentan las represas para generación de energía hidroeléctrica, en épocas de disminución o ausencia de precipitación.

Las cuencas hidrográficas están siendo impactadas severamente por las actividades antrópicas: se está reduciendo la continuidad en los flujos de agua, su cantidad y su calidad. La deforestación masiva, sobre todo en las partes altas, está contribuyendo a aumentar la velocidad de escorrentía, acelerando, con ello, los procesos de erosión y sedimentación, y contribuyendo, también, a provocar crecidas e inundaciones, derrumbes y deslizamientos. Además, la deforestación limita la recarga de acuíferos (por compactación de las áreas de recarga y por disminución de los flujos infiltrados por las raíces de los árboles).

Los cambios en el uso de la tierra - efectuados sin planificación ni consideración hacia su capacidad natural- constituyen otro de los principales factores de disturbio en las cuencas hidrográficas. A esto hay que sumarle la contaminación por descarga y vertido de aguas negras, los problemas de

contaminación de aguas asociados al uso y al abuso de agroquímicos y la contaminación derivada de la minería y de las actividades industriales; factores todos que inciden negativamente en el potencial de uso y en la disponibilidad del recurso agua.

VI. EL PROYECTO DE RIEGO ARENAL TEMPISQUE: UN INSTRUMENTO DE DESARROLLO

A continuación se describen los fundamentos teóricos y prácticos que dieron origen al Proyecto de Riego Arenal-Tempisque, PRAT. Dicho proyecto fue formulado por el Gobierno de Costa Rica en 1978 y posteriormente fue sometido a la consideración del BID. En 1980 se elaboró el proyecto definitivo, cuyos alcances se presentan seguidamente.

Las tendencias de desarrollo prevalecientes en las últimas décadas restaron importancia, en el diseño de sus estrategias, programas y proyectos, a las consideraciones ambientales. Durante los últimos treinta años, las orientaciones de política económica estuvieron marcadas por objetivos dirigidos a incrementar la producción, con base en el uso intensivo de la tecnología. En este contexto, se dio preferencia a las demandas por bienes y servicios provenientes de las áreas de concentración de población urbana. Se pretendía, sobre todo, dotar de energía eléctrica al emergente sector industrial y a las poblaciones que crecían aceleradamente, y satisfacer la demanda de bienes de origen agropecuario para cubrir las necesidades alimenticias de sus habitantes.

Como resultado de estas orientaciones surgieron en Costa Rica importantes iniciativas. Una de ellas es el PRAT, proyecto concebido como instrumento de transformación del medio rural y que incluía una modificación en los patrones de producción, en el accionar de las instituciones que tomaban parte en él y en los escenarios naturales que daban vida a esta iniciativa. Esta concepción representó una gran inversión en cuanto al

diseño y la ejecución de proyectos destinados a transformar las condiciones socioeconómicas, institucionales y de producción de una extensa región del país.

De la misma manera, el PRAT consideraba entre sus objetivos, contribuir a la generación y al diseño de instrumentos de planificación que contemplaran los espacios geográficos desde una perspectiva holística. Es decir, que comprendieran los vínculos existentes entre las distintas áreas geográficas, sus relaciones intersectoriales y transectoriales, y, en última instancia, que produjeran un cambio en el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas y en el manejo de los recursos naturales

La visualización del país en un contexto de mayor equilibrio entre los aportes y los beneficios que hacen o reciben las distintas regiones que lo componen, ha llevado a quienes toman las decisiones en política a enfrentar el reto que supone el tradicional desequilibrio existente entre regiones (en cuanto a la asignación y el acceso a los recursos y en cuanto al aprovechamiento pleno de las capacidades y las potencialidades de cada localidad). Esto los ha llevado a prestar mayor atención a aquellas áreas en las que las debilidades estructurales han contribuido a reproducir - y a perpetuar - la pobreza. Con ello, se ha abierto, para estas comunidades, la posibilidad de fortalecer (o establecer) vínculos socioeconómicos, productivos y políticos, con el centro administrativo y financiero del país, y así, gestar las iniciativas básicas para reducir los desequilibrios espaciales.

En este sentido, parte de los objetivos que sustentaban a las grandes inversiones

del Estado, contemplaban el dotar al país de la infraestructura energética necesaria para cumplir con sus planes de desarrollo. Resultaba crítica la orientación que buscaba privilegiar el desarrollo de la industria de sustitución de importaciones. Es precisamente en este contexto, cuando el país busca desarrollar la industrialización, que entra en operaciones, en 1979, el Proyecto Hidroeléctrico de Arenal.

De manera simultánea al diseño e inicio de este Proyecto, la Oficina de Planificación Nacional y Política Económica (OFIPLAN), con el apoyo económico del BID, puso en marcha estudios técnicos tendientes a lograr el máximo aprovechamiento de las aguas de la cuenca del río Arenal.

De esta forma, se crean las condiciones de infraestructura necesarias para transformar la cuenca del río Tempisque, una región caracterizada por su limitado potencial ganadero, con lluvias escasas y sequías frecuentes, en una región de alto potencial agrícola. El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque abrió la posibilidad de irrigar más de 120.000 hectáreas y de cambiar las dimensiones de trabajo institucional, con el fin de satisfacer las importantes demandas que representaba para Costa Rica la ejecución de este Proyecto. Este esfuerzo nacional sentó las bases regionales para modificar limitantes naturales (en relación con la disponibilidad de agua), para intensificar y ampliar las actividades agropecuarias, para superar los atrasos sociales y para generar nuevas alternativas productivas.

Originalmente el PRAT fue planteado como un proyecto que pretendía resolver problemas sociales pero con poca o ninguna consideración hacia la dimensión

ambiental (Bel y Bookman, 1978). La transformación del paisaje (de vegetación arbustiva o boscosa a monocultivos), el uso intensivo de insumos (agroquímicos) y la generación de ingresos por medio del incremento de la productividad fueron los principales ejes del proyecto. A la luz de la ejecución de la fase II y de la propuesta de una tercera fase, es necesario evaluar el impacto ocasionado por la primera etapa del proyecto en el uso de la tierra.

Paisajes naturales alterados, suelos poco productivos, pérdida de la biodiversidad, deforestación, variaciones en el caudal de los cursos de agua superficial, fuentes de agua subterránea agotadas o contaminadas y procesos de sedimentación, entre otros, constituyen parte de los graves problemas ambientales que enfrenta Costa Rica como resultado de una errónea gestión de recursos.

Este tipo de alteraciones son cada vez más palpables en el conjunto de las actividades primarias, industriales y de servicio. Aunque existen esfuerzos -de parte de las instituciones y de la sociedad civil- orientados a revertir los procesos degradatorios, el hecho es que la velocidad de deterioro de los recursos naturales y del medio ambiente continúa siendo mayor que las tasas de reposición o de rehabilitación (natural o inducida).

Fueron precisamente estos problemas los que indujeron al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, conjuntamente con el SENARA, a preparar esta notas metodológicas, y con ellas, contribuir al diseño de instrumentos orientados hacia un manejo racional de los recursos naturales. El enfoque metodológico, espacial y multidimensional, planteado por este documento debería facilitar el desarrollo sostenible en el largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

- AHLUWALIA, M.S. 1995. Comment on inequality, poverty and growth: Where we do stand? by Albert Fishlow. Annual Conference on Development Economics, World Bank. USA.
- ANTON, D. 1996. Ciudades sedientas: Agua y Ambientes Urbanos en América Latina. Uruguay.
- BEL INGENIERIA S.A. y BOOKMAN-EDMONSTON ENGINEERING INC. 1979. Factibilidad de riego para 20.000 hectáreas. San José, Costa Rica.
- BEL INGENIERIA S.A. y BOOKMAN-EDMONSTON ENGINEERING INC. 1978. Proyecto de riego de la cuenca baja del Río Tempisque. Plan Maestro. San José. Costa Rica.
- BOISIER, S. 1992. El difícil arte de hacer región. Cuzco, 1995. Centro de Estudios Regionales Andinos " Bartolomé de las Casas". Perú.
- BOISIER, S. 1996. Desarrollo Regional. En: Desarrollo sostenible. Agricultura, recursos naturales y desarrollo rural. Lecturas seleccionadas. Sepúlveda, S.; Edwards, R. Coronado, Costa Rica, IICA.
- CEPAL 1989. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Planificación y gestión del desarrollo en áreas de expansión de la frontera agropecuaria en América Latina. Santiago de Chile.
- CEPAL. 1997. La Brecha de la Equidad. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- CONSTANZA, R.; DALY, H.E.; BARTHOLOMEW., J.A. 1991. Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics, Columbia University Press, New York, USA.
- CURRENTE, D.; SEPULVEDA, S. 1995. Dimensiones de la sostenibilidad en proyectos de desarrollo rural. En: Desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales, el problema y sus dimensiones. Proyecto IICA/GTZ (p.71-120).
- GORE, CH. 1984. Regions in question. Space, development theory and regional policy. New York. USA. Methuen Pub.
- MARIN, R. 1992. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. Santafé de Bogotá.
-

- MILLAR, A.** 1993. Ambiente y sostenibilidad de la agricultura bajo riego en Brasil. Serie de documentos de Programas # 37. IICA. San José, Costa Rica.
- PORTER, M.E.** 1990 The competitive advantage of nations. Nueva York. Free Press.
- POTTER, C.; RICHARDSON, L.** 1993. Economics for environmental management. England. University of London, Wye College.
- SANCHEZ, F.** 1993. El actual debate sobre los recursos naturales. Revista de la CEPAL #51, Dic. 1993. Santiago de Chile.
- TRIGO, E. KAIMOWITZ, D. FLORES, R:** Bases para una Agenda de Trabajo para el Desarrollo Agropecuario Sostenible. Serie de documentos de Programa #25. IICA, San José Costa Rica, 1991.





CAPITULO II
EL USO DE LA TIERRA Y LA COBERTURA VEGETAL
Jorge Fallas
Carlos Morera

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen y analizan los cambios ocurridos en el uso del suelo en el área de influencia del Proyecto de Riego Arenal Tempisque (PRAT). Este trabajo fue realizado utilizando metodologías de análisis basadas en el aporte de Sistemas de Información Geográficas y Teledetección, instrumentos que permitieron el acopio de información, y su examen, en diferentes períodos.

Para la ejecución de este estudio se mapeó el uso y la ocupación del suelo entre 1986 y 1992 en el área del PRAT. También se estimaron el grado, la extensión y la ubicación de los cambios en el uso de la tierra ocurridos en esa área durante ese mismo período. Además, se evaluaron y cuantificaron los conflictos de uso (uso del suelo versus capacidad) en los asentamientos del IDA beneficiados por la ejecución de la primera etapa del PRAT.

Entre 1982 y 1992 se efectuaron dramáticos cambios en el entorno natural del Proyecto; tendencia que es una constante no solo en el contexto costarricense, sino en el de Centro América, en general. A continuación se ofrece una breve síntesis de la importancia estratégica de mantener el equilibrio en los ecosistemas y del impacto causado por la falta de previsión en el manejo de los recursos naturales.

A. Centroamérica: Aspectos Generales

Centroamérica es considerada una de las regiones con mayor biodiversidad en el planeta, y debe esta riqueza a diferentes factores, entre ellos el locacional, que la define como la porción territorial que une las dos grandes masas continentales de Norte y Sudamérica. Esta condición de puente biológico entre el norte y el sur del continente, ha propiciado la mezcla de biotas y ha permitido la continua evolución de las especies. Además, su ubicación latitudinal, en la zona intertropical, favorece la expresión moderada de los elementos climáticos.

Por otra parte, la actividad geológica y la acción de los agentes de modelado externo de la región han originado una morfología heterogénea: en territorios relativamente pequeños puede encontrarse una gran diversidad topográfica (desde llanos, sabanas y praderas, hasta topografías onduladas y quebradas). Asimismo, se encuentran en la región una gran variedad de climas y microclimas, y una abundante diversidad de suelos que tienen su génesis en la incesante actividad volcánica y en la acción fluvial que origina los ricos depósitos aluviales.

La variedad de pisos altitudinales, aunada a la precipitación abundante, ha dado lugar a la formación de numerosas fuentes de agua, superficiales y subterráneas. Todos estos factores han favorecido la conformación de un gran número de ecosistemas con sus propias particularidades, lo que a la postre ha permitido la presencia de una gran variedad y riqueza de especies.

La biodiversidad

En todo el mundo, aproximadamente una docena de países poseen megabiodiversidad: diez de éstos se encuentran en América Latina. En conjunto, esas naciones tropicales albergan en sus ecosistemas selváticos, marinos y de agua dulce, la mayor cantidad de especies de fauna y flora del planeta. Muchas de estas plantas y animales tienen un carácter endémico, es decir, son exclusivas de determinados lugares geográficos. En la región centroamericana son Costa Rica y Panamá los países a los que se les reconoce un alto índice de biodiversidad.

Costa Rica es uno de los países de la región al que se le considera como uno de los más ricos del mundo debido a la amplia diversidad de ecosistemas y hábitats bien diferenciados. Con una superficie de 51.100 km², Costa Rica contiene alrededor del 4 % de la biodiversidad terrestre del planeta, es decir, una de cada 25 especies del planeta vive en este país y se estima que hay unas 500 000 (entre plantas, insectos, moluscos y animales). De ellas, las mariposas representan el 10% de todas las especies conocidas, las aves el 9.4 %, los mamíferos el 5 % y los reptiles y anfibios el 3.54%. Del total de especies identificadas, a lo largo de las 12 zonas de vida existentes en su territorio, de 10.000 a 12.000 son plantas y 1.440 vertebrados (entre ellas, 850 especies de aves y 205 especies de mamíferos). Además, existen más de 15.000 especies de mariposas y más de 1.500 especies de orquídeas.

La deforestación

De las 19.4 millones de hectáreas de bosque que existen en Centroamérica actualmente, se están deforestando 416 mil hectáreas por año. Las causas de esta destrucción se pueden encontrar en la demanda de tierras para la ganadería y para la agricultura de subsistencia, así

como en las fuertes migraciones de agricultores y ganaderos hacia áreas boscosas (por reducción de la productividad de sus tierras). Aunque menos importante que la agricultura de roza y quema de los frentes de colonización, la explotación forestal comercial ha contribuido a la pérdida de cobertura boscosa. Igual impacto ha tenido la incorporación de áreas de bosque a los cultivos de exportación como café, banano y algodón, cuya expansión pasó de 800 mil ha a 1.7 millones de ha entre 1950 y 1970. También la urbanización y la recolección de leña han contribuido a reducir dicha cobertura, por cuanto la leña aporta el 72 % del consumo energético de los hogares de la región.

De todos los países centroamericanos, el que ostentó el mayor índice de deforestación en el período comprendido entre los años 1981 y 1990 fue Costa Rica, con un 2.6% respecto a su superficie forestal, seguido por El Salvador y Honduras con un 2.1 y un 1.9%, respectivamente. En valores absolutos, en el mismo período, la mayor deforestación ocurrió en Nicaragua, país en el cual se eliminaron 125.000 ha de bosque por año; en segundo y tercer lugar en la región aparecen Honduras con 108.000 ha, y Guatemala con 90.000 ha, respectivamente; Costa Rica presenta una deforestación anual de 40.000 hectáreas.

En Costa Rica, el total de bosque remanente alcanzaba, en 1990, 1.475.940 ha, de las que un 66 % corresponde a bosque protegido y 34% a bosque no protegido. De este 34%, un 16 % corresponde a bosque de amortiguamiento y un 18% se considera bosque con potencial productor.

En el Cuadro 1 se presentan los datos sobre superficie de bosques, área y tasa de deforestación en 1989 y 1990 para el conjunto de los países de Centroamérica (Budowski, G., 1993).

Cuadro 1. Los Bosques de América Central y la Deforestación
(en miles de hectáreas) 1989-1990

País	Bosque	Coníferas	Total	Área Deforestada	Área Deforestación
Belice	1345	260	1605	10	0.16
Guatemala	3566	810	4376	90	2.01
El Salvador	45	21	66	2	3.03
Honduras	2036	2396	4432	108	2.44
Costa Rica	1490	-	1490	40	2.69
Panamá	3182	-	3182	41	1.29
TOTALES	15461	3972	19433	416	2.14

Fuente: Budowsky, G. 1993.

Algunos efectos de la deforestación

En Costa Rica, aproximadamente un 18 % del suelo se encuentra bajo un profundo proceso de erosión (la mayor parte de estas tierras están abandonadas); mientras que un 25% del territorio sufre un proceso de erosión entre leve y moderado. La erosión también encuentra su expresión en los 2000 millones de toneladas de suelo que, producto de la denudación de los suelos (por la deforestación), han sido arrastrados hacia el mar por las aguas de escorrentía.

Más del 90% de estos suelos degradados estuvieron, hasta hace pocos años, cubiertos por un bosque tropical (eran suelos que por sus características físico-químicas y de pendiente, presentaban una neta aptitud forestal).

Para la producción de energía eléctrica, Costa Rica depende en un 95% de fuentes hídricas. No obstante, como efecto de la deforestación a gran escala que se ha dado en el país, particularmente en sus partes altas, las principales cuencas están mostrando alarmantes signos de deterioro. Este deterioro provoca que las pérdidas anuales, por ejemplo en la

represa de Cachí (en la cuenca del río Reventazón) representen el 13 % del valor de su producción anual, es decir 280.5 millones de dólares al año.

Además, y también como efecto de la deforestación, han aumentado en el país el número de áreas vulnerables a inundaciones, derrumbes y deslizamientos. En otro orden, en los últimos años las irregularidades climáticas han provocado condiciones, ya sea de sequía o de intensa pluviosidad, en períodos muy cortos de tiempo. Estos cambios agudos se atribuyen, en gran medida, a la pérdida de extensas masas boscosas. Esta inestabilidad climática, ha amenazado, además de las actividades agropecuarias, la continuidad en la producción de energía hidroeléctrica, particularmente en la Planta de Arenal.

Hasta el año 1950, el 72% de la superficie de Costa Rica se encontraba cubierta de bosques; ya en 1973 solo quedaba el 51% de ellos. En la actualidad el proceso acelerado de deforestación ha dejado al país con tan solo un 26% de su territorio dotado de cobertura forestal.

B. El PRAT, un instrumento para el desarrollo regional

Población y ubicación

El PRAT se encuentra ubicado al noroeste del país, en la región Chorotega. La extensión total de la región (en fincas) alcanza las 772 mil ha, mientras que el Distrito de Riego Arenal-Tempisque ocupa unas 110.5 mil ha (un 14.3% del total). En la región Chorotega se riegan una 18 mil ha, es decir, el 30% de la superficie regable del Distrito. Aproximadamente dos tercios del área son manejados por grandes haciendas (12 mil ha) y el tercio restante (6 mil ha) se encuentra distribuido entre pequeños y medianos productores.

La planificación física y económica del PRAT se ha comprendido como una forma de reorganizar el espacio territorial y por ende, el manejo de los recursos naturales renovables, para evitar el desequilibrio del hombre con el ambiente. Este proyecto pretende beneficiar a los pequeños productores ubicados en su área de influencia, introduciéndolos a sistemas modernos e intensivos de producción. Con ese fin, se han diseñado programas de soporte técnico y de capacitación dirigidos expresamente a ellos: su propósito es mejorar sus capacidades (individuales y colectivas) de producción y de gestión de recursos. La mayor parte de los beneficiarios de este proyecto se encuentran en los asentamientos creados por el IDA: San Luis, Paso Hondo, La Guaría y Bagatzí.

En la zona de estudio, que corresponde a unas 45.6 mil ha, en la primera etapa se han regado 6.450 ha, incluyendo 311 ha de la Estación Experimental Jiménez Núñez (un 10% del espacio físico regable en el Distrito). Dicha actividad ha beneficiado a unas 314 familias, en su mayoría pequeños productores. La segunda etapa cubre un territorio de 45.6 mil ha y contempla la posibilidad de extender el riego a otras 6

mil ha, que, en su mayor parte, corresponden a 6 fincas donde se asentarán unas 600 familias.

Papel de la agricultura

Con la puesta en marcha del PRAT, el Estado costarricense buscaba otorgarle a la agricultura de la región un importante papel dinamizador. Por ello, la primera etapa de este proyecto contemplaba, hacia 1989, establecer las bases técnicas e institucionales necesarias para que el país (no sólo la Cuenca Baja del Río Tempisque, sino también otras zonas) enfrentara el desarrollo agrícola con regadío.

Otro de los objetivos estratégicos de este proyecto consistía en lograr una mejor distribución de la tierra: en esta región predominan las grandes extensiones, muchas de ellas con bajos niveles de explotación. Esta condición ha sido crítica en cuanto a caracterizar a la región Chorotega como la principal expulsora de población en el país. Precisamente para aprovechar el potencial existente en las fuerzas de trabajo carentes de tierra es que se crean, a través del IDA, los asentamientos de pequeños y medianos agricultores. En este sentido, se considera que esta región debe experimentar una gradual reestructuración en la tenencia de la tierra, de manera tal que se rectifiquen los desequilibrios extremos, y se facilite la creación de unidades agrícolas de tamaño y manejo óptimos.

Estos procesos fueron dinamizados por situaciones críticas de la distribución de tierras, otorgamiento de préstamos institucionales, búsqueda de suficiencia alimentaria y generación de divisas. Como respuesta a estas situaciones críticas el Estado generó soluciones negociadas.

De esta manera, se buscaba incorporar al riego unas 3.200 ha de la provincia de Guanacaste, las cuales corresponden a 5 áreas demostrativas, constituidas por

asentamientos de pequeños productores y en donde se realizaría la construcción de obras de riego y drenaje.

Mediante decretos ejecutivos y la definición de normativas se pretendía optimizar el uso de los recursos y, a la vez, asegurar, mediante la adjudicación de tierras, el aprovechamiento de los suelos con vocación agrícola. Para ello, las instituciones del sector pasarían a cumplir un rol decisivo en cuanto a capacitación, transferencia de tecnología y educación del segmento de población más atrasado.

Por otra parte, como medida de protección al sector industrial y agroindustrial, se regulan los precios de los insumos incluidos en el paquete tecnológico y los salarios mínimos. Estas medidas se dan como parte del proceso distributivo, en el marco de las negociaciones entre los diferentes actores del complejo relacionado al proyecto.

El proyecto espera tener un impacto positivo en la economía de la región a través de la formación de empresas de producción y la subsecuente generación de empleo; espera, asimismo, frenar las migraciones campo-ciudad, y generar divisas a través de la exportación de excedentes de la producción de bienes agrícolas tradicionales y de la producción de bienes agrícolas no tradicionales para el mercado internacional.

Espacios territoriales

El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque también ha permitido la gestación de un proceso de rejerarquización de los recursos naturales. En su primera etapa se combinaron, en espacios contiguos, áreas de reserva y áreas para la explotación agrícola. Esta configuración territorial surgió como una forma de compensar los espacios de producción entre grandes productores (haciendas) y pequeños productores (en asentamientos).

Con posterioridad a la constitución de los asentamientos, se contemplaron normas para el uso múltiple del espacio. Estas nuevas orientaciones surgieron de la necesidad de lograr la consolidación de los pequeños productores que se incorporaban a la modernidad de la explotación agrícola y que habían sido formados en tradiciones que no contemplaban la conservación de los recursos naturales locales.

De las 110.5 mil ha que comprende el Distrito de Riego, cerca de 28.3 mil ha se destinaron a parques y reservas (26 % del total). Esta relación espacial destaca la importancia que se le confiere a las áreas de reserva ecológica y la valiosa proporción que ocupa el paisaje natural y erial. Esta relación es aún más evidente cuando se refiere la cobertura de la primera etapa: en esta etapa el 75% del ámbito físico lo ocupan las áreas de reserva ; las fincas ocupan tan sólo el 25 % restante.

La presencia de áreas con signos de deterioro ambiental desde su estado de formación natural, condujo a la decisión estatal de dejar intacta la naturaleza en otros espacios, conocidos ahora como "áreas de reserva".

Las reservas se decretaron, ya sea para disponer de bases de repoblación zoológica o botánica, o para realizar el estudio científico de los elementos naturales no perturbados por la intervención del hombre.

El ordenamiento de las fincas entre los asentamientos Bagatzí y Playitas-San Ramón, que deja un corredor biológico entre los parques y reservas junto a un área de drenaje entre el asentamiento Bagatzí con el Parque Palo Verde, denotan una topología de virtual ventaja funcional. Esta relación refleja un interés estratégico por el manejo y la conservación de las reservas, ya que de ello dependerá la estabilidad y la productividad de la zona.

Impactos del PRAT

La puesta en ejecución del PRAT supuso un conjunto importante de modificaciones espaciales y un cambio radical en el uso del suelo (en el área de influencia del proyecto).

Tomando en cuenta estos elementos se consideró imprescindible realizar una evaluación de la dimensión de estos impactos.

De particular interés resultaba la determinación de los conflictos de uso de

suelo (uso versus capacidad). Para ello, se mapeó el uso y la ocupación del suelo en el área del proyecto durante los años 1986 y 1992, y, se estimaron el grado, la extensión y la ubicación de los cambios en el uso de la tierra durante ese período.

Finalmente, se evaluaron y cuantificaron los conflictos de uso en los asentamientos del IDA beneficiados por la ejecución de la primera etapa del Proyecto de Riego Arenal -Tempisque.

II. CONTEXTO GEOGRÁFICO, DEMOGRÁFICO Y PRODUCTIVO

A. El proyecto de Riego

Arenal-Tempisque:

División Administrativa

El proyecto de riego Arenal - Tempisque (PRAT) se ubica en las cuencas media y baja de los ríos Tempisque y Bebedero, vertiente Pacífica. Desde la perspectiva político-administrativa pertenece a la Provincia de Guanacaste e incluye los cantones de Abangares, Bagaces, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. El área de influencia del proyecto es de 187.000 hectáreas, con un área potencial neta regable de 59.960 hectáreas (Romero, 1993). El proyecto de riego limita al sur con el Parque Nacional Palo Verde.

Administrativamente el proyecto fue dividido en dos distritos de riego (Costa Rica, 1986), a saber (Figura 1 y Cuadro 2):

1. Distrito Arenal

El Distrito Arenal está ubicado entre los ríos Abangares y Tempisque y comprende parcialmente los cantones de Abangares, Cañas, Bagaces, Liberia y Carrillo; cubre un área total de 73.150 hectáreas, de las cuales 14.340, o sea un 19,6%, son regables. Se excluyen del Distrito aquellas áreas con una cota de elevación superior a los 55 m.s.n.m. y aquellas zonas declaradas como protegidas por decretos o leyes de la República.

A su vez el Distrito se ha subdividido en los siguientes seis subdistritos:

a. Abangares

El subdistrito Abangares está ubicado en el extremo sureste del proyecto de riego, limita al Este con el canal del mismo nombre, al Norte con los subdistritos Lajas y Cañas, al Oeste con el Parque Nacional Palo Verde y al Sur con áreas no regables. La superficie total es de 5.200 hectáreas de las cuales 4.400 son regables.

b. Lajas

Limita al Sur con el subdistrito Abangares, al Norte y Oeste con el subdistrito Cañas y al Este con el canal del sur. La superficie total del subdistrito es de 6.025 hectáreas con un área regable de 5.000 hectáreas.

c. Cañas

Limita al Sur con el subdistrito Abangares, al Norte con el canal del sur, al Este con el subdistrito Lajas y al Oeste con los subdistritos Cabuyo y Piedras. El área total del subdistrito es de 15.800 hectáreas y su área regable es de 4.940 hectáreas.

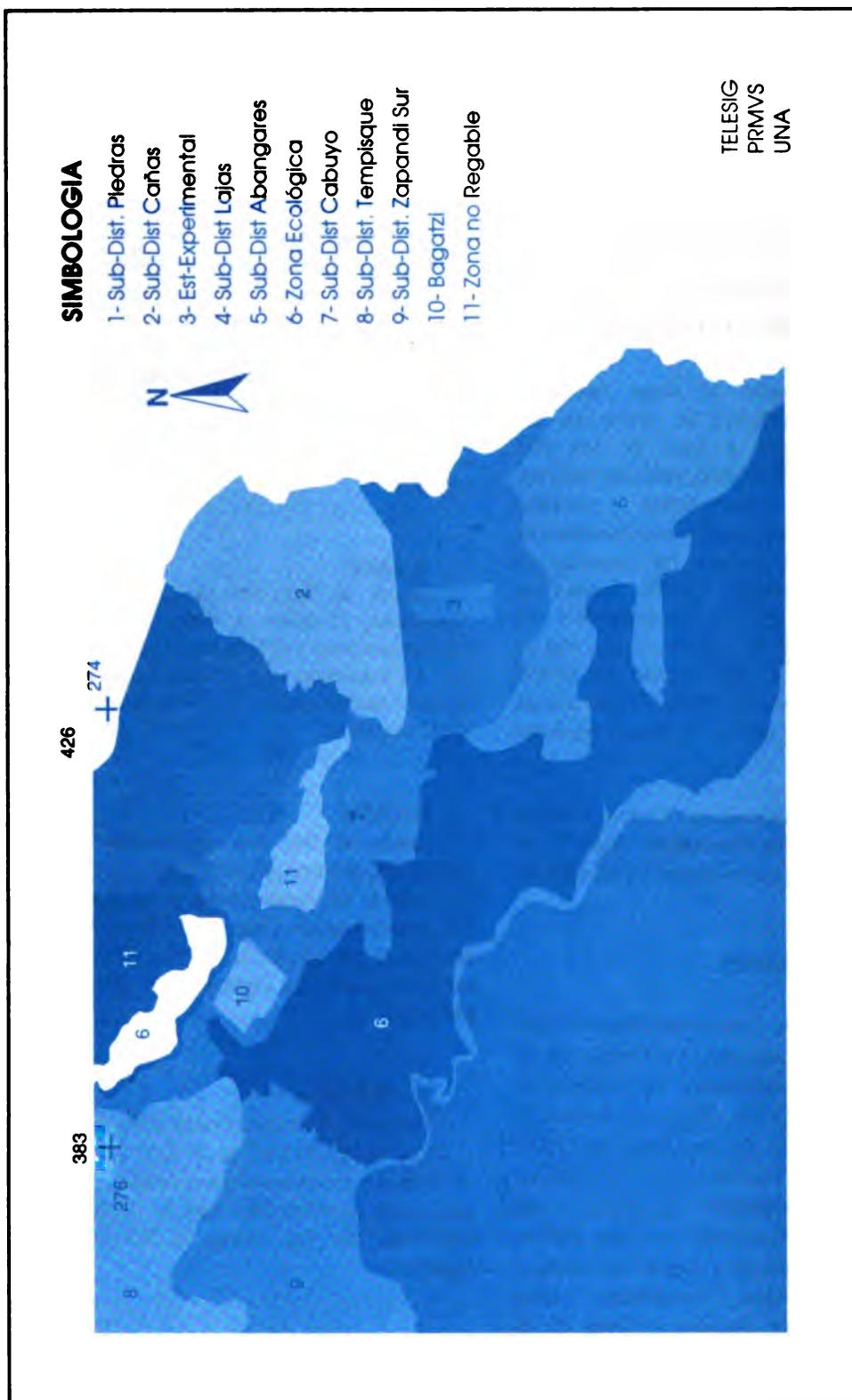
d. Piedras

Limita al Norte con el canal del oeste, al Oeste con el río Piedras, al Este con el río Blanco y al Sur con fincas privadas. El subdistrito tiene un área total de 12.100 hectáreas, de las cuales 6.225 son regables.

e. Cabuyo

Limita al Norte con el canal del oeste, al Sur con el Parque Nacional Palo Verde, al Oeste con el río Cabuyo y al Este con el

Figura 1: Proyecto de Riego Arenal-Tempisque



río Piedras. El área total del distrito es 16.500 hectáreas, de las cuales 5.445 son regables.

f. Tempisque

Limita al Norte con el canal del oeste, al Sur con el Parque Nacional Palo Verde, al Oeste con el río Cabuyo y al Este con el río Piedras. El área total del distrito es de 16.500 has. de las cuales 5.445 son regables.

2. Distrito Zapandí

El distrito Zapandí se ubica en el extremo suroeste del proyecto de riego y cubre parte de los cantones de Santa Cruz y Nicoya. Su área total es de 28.100 hectáreas de las cuales 19.900 son regables. El distrito se subdivide a su vez en los siguientes subdistritos:

a. Zapandí Norte

Se superficie regable es de 9.500 hectáreas. La carretera de Filadelfia a Santa Cruz sirve de límite entre este

subdistrito y Zapandí sur. El área piloto de riego (500 ha) se ubica en el cantón V Carrillo, en la margen derecha del río Tempisque (coordenadas Lambert 264-281 norte y 361.4-366.1 este). El ente ejecutor tiene prevista la perforación de 20 pozos para dotar de agua al proyecto.

b. Zapandí Sur

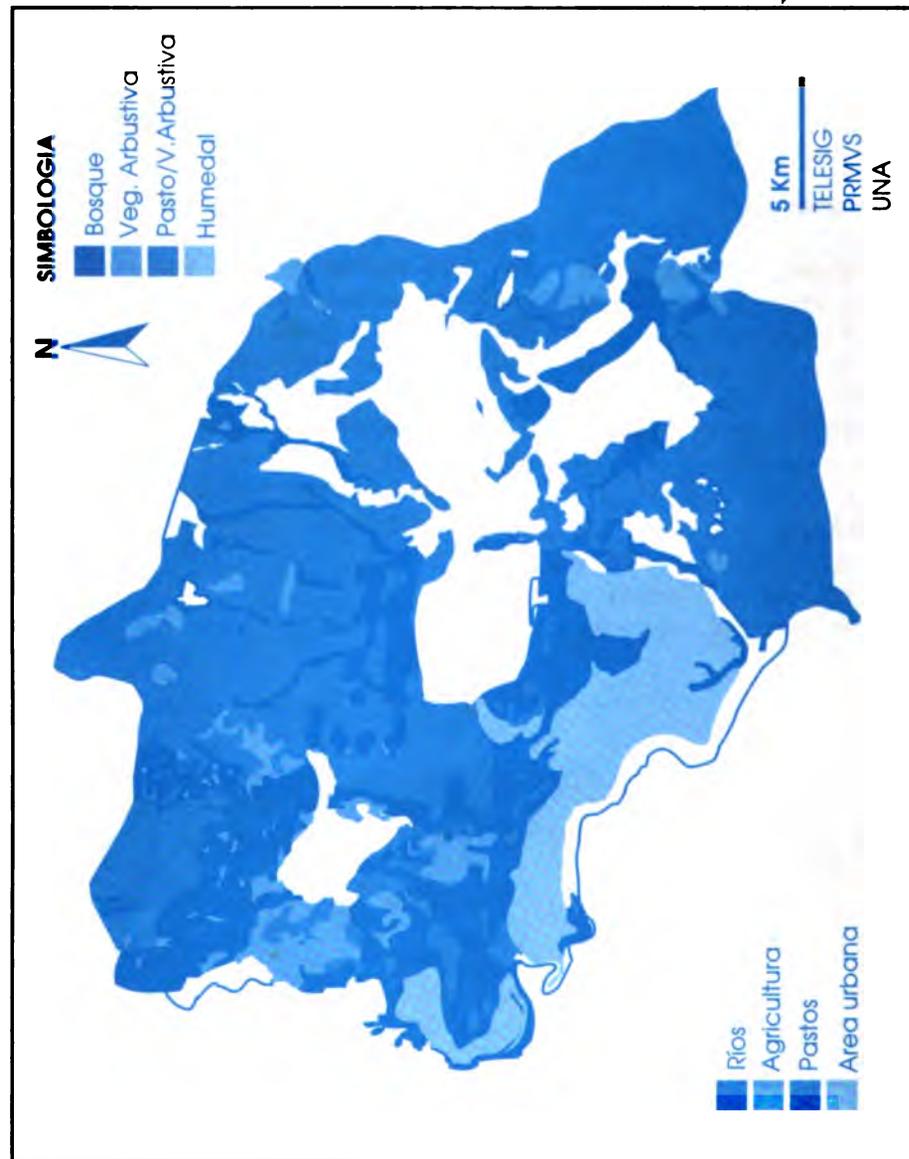
Su superficie total es de 16.900 hectáreas de las cuales 10.400 son regables.

La primera fase incluye el subdistrito de Cañas con una superficie de 158 km² y una zona regable de 4950 hectáreas. Incluye los asentamientos de San Luis I, San Luis II, La Guaria, Paso Hondo y ampliación Paso Hondo con un área total de 4045 hectáreas (Fig. 2). Incluye además la localidad de Bagatzí con 650 hectáreas, área que pertenece a la segunda fase del proyecto, pero que fue incluida como una zona piloto en esta primera fase.

Cuadro 2: Proyecto de Riego Arenal-Tempisque: Distribución por Distritos y Subdistritos (ha)

Distrito	Subdistrito	Area total ha	Area regable ha
Arenal	Abangares	5200	4400
	Lajas	6025	5000
	Cañas	15800	4940
	Piedras	12100	6225
	Cabuyo	16500	5445
	Tempisque	17825	14050
	Subtotal	73450	40060
Zapandí	Zapandí Norte	11200	9500
	Zapandí Sur	1690	10400
	Subtotal	28100	19900
Total		101550	59960

Figura .2: Uso del suelo en el área de influencia del PRAT. 1986



B. El Parque Nacional Palo Verde y la Reserva Biológica Lomas de Barbudal

El Parque Nacional Palo Verde (10 20' 00" -85 20 00") está ubicado en la confluencia de los ríos Bebedero y Tempisque, a unos 25 km al suroeste de la ciudad de Bagaces y constituye la zona núcleo del Área de Conservación Tempisque (ACT). Administrativamente pertenece al distrito I, cantón IV Bagaces, Provincia de Guanacaste.

Los límites actuales del parque corresponden a los establecidos en el decreto Nº. 2003 (9 de noviembre de 1990) del Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas. Este parque comprende un área de 13.058 ha compuestas por pantanos, lagunas, canales y lagunetas.

El parque es reconocido por mantener relictos de bosque seco tropical, por sus humedales que proveen un excelente hábitat para aves acuáticas y vadeadoras (residentes y migratorias) y por lo variado de sus recursos biológicos (Cuadro 3).

Aquí se han identificado entre 12 y 15 hábitats que se extienden desde las orillas del Bebedero y del Tempisque hasta las colinas calcáreas. En la estructura de su flora destacan el bosque deciduo de llanura, el bosque ribereño, los pastizales, el bosque siempre verde, el bosque inundado, el manglar y el bosque mixto sobre colinas calcáreas. Entre sus hábitats más conspicuos están las lagunas y los pantanos salados y de agua dulce. La fauna presente en sus diferentes hábitats está compuesta por casi 300 especies de aves acuáticas y terrestres, cocodrilos, pizotes, oso hormigueros, monos congo, garrobos, mapaches, tepezcuintles, monos carablanca, venados, saños y armadillos, principalmente. Desde enero de 1992 el Parque Nacional Palo Verde es un sitio RAMSAR.

La Reserva Biológica Lomas de Barbudal fue creada en marzo de 1986, mediante el decreto No. 16849, del Ministerio de Agricultura y Ganadería. La reserva está cubierta por bosque deciduo de bajura y en general sus características biofísicas son muy similares a las de Palo Verde.

La reserva comprende un área de 2.279 ha de las cuales 1.600 están cubiertas de bosques; el resto corresponde a pastizales. Sus suelos se caracterizan por ser muy fértiles y susceptibles a la erosión. Su amplia biodiversidad contiene 240 especies de árboles, más de 130 especies de aves y una gran cantidad de mariposas diurnas y nocturnas. Las lomas de Barbudal son planicies cubiertas de rocas ácidas.

En esta reserva se han identificado cuatro comunidades naturales: el bosque deciduo, el bosque de galería, el bosque ribereño y la sabana arbolada. Lomas de Barbudal es considerada una isla verde dentro de una zona extremadamente deforestada como lo es la Provincia de Guanacaste. Esta reserva alberga -y protege- nacientes de agua y ríos. La fauna presente es tan variada como la que se puede encontrar en el Parque Nacional Palo Verde. En esta zona se dan temperaturas de hasta 38º grados Celsius, lo que la hace vulnerable a los incendios (estos destruyen importantes extensiones de bosque cada año).

Cuadro 3: Biodiversidad del Parque Nacional Palo Verde

Bioelementos	Número
Comunidades vegetales	11
Aves (incluye migratorias)	278
Mamíferos	77
Reptiles	52
Anfibios	22

Fuentes: Rodríguez y Zand, 1987.

Palo Verde ocupa el tercer lugar en cuanto al número de especies de aves rapaces de Costa Rica (Fallas, et al., 1993)

ECOSISTEMAS CLIMÁTICOS

El área del PRAT se caracteriza por una estacionalidad muy marcada, lo cual limita tanto la actividad agropecuaria como la productividad de los ecosistemas naturales. La temperatura media anual es de 28°C. La zona tiene una precipitación media anual de 1723 mm, distribuida desde mediados

de mayo hasta mediados de noviembre, con un período seco en los meses de julio y agosto (Cuadro 4). La estación seca se prolonga desde noviembre hasta los primeros días de mayo y se caracteriza por la ausencia de precipitación, fuertes vientos y altas temperaturas.

EL MARCO DE USO Y OCUPACIÓN DE LA TIERRA

A continuación se describen los principales conceptos relacionados con el suelo, así como la aparición de nuevos instrumentos que están permitiendo una valoración más precisa y objetiva de los atributos y limitaciones de este recurso.

El marco a que se alude permite tomar en cuenta factores que no son estrictamente biofísicos o ecológicos, sino socioeconómicos, culturales y tecnológicos, y que resultan críticos para tomar decisiones técnicas y políticas - sobre todo cuando se trata de modificar escenarios naturales con propósitos de desarrollo-. La ausencia de una adecuada ponderación de estos componentes afecta, de manera decisiva, el éxito de los proyectos en el mediano y en el largo plazo.

A. Uso y ocupación del suelo

El concepto de suelo está asociado a estudios edafológicos que tienen como fin clasificar los suelos o agruparlos de acuerdo con las características del sustrato o pedon. El sistema más conocido es, quizás, la octava aproximación de la American Soil Survey Staff de los Estados Unidos.

Por otra parte, el término "tierra", como lo reconoce la FAO (1976), incluye tanto factores biofísicos como socioeconómicos. La visión de FAO es antropogénica por cuanto considera todos aquellos factores que pueden influir en el uso (pasado, presente y futuro) de la tierra.

En el presente documento consideramos tanto los aspectos de uso actual (área manipulada por el hombre con el objeto de obtener un beneficio económico) como los de cobertura natural de la tierra (formaciones vegetales producto de la interacción de fenómenos y factores naturales).

El manejo del uso de la tierra es una actividad dinámica que presupone la integración de factores y procesos provenientes de los ámbitos biofísico, socioeconómico, político e institucional. La meta del manejo debe ser: establecer y mantener un mosaico de uso de la tierra que proporcione el máximo bienestar a la población. Para lograr un uso sustentable de la tierra es necesario articular las actividades de planificación, de uso y manejo de la tierra, de monitoreo y de evaluación de los impactos.

B. Evaluación de tierras

La evaluación del uso de la tierra y de su uso sustentable es una actividad que se inició con los trabajos pioneros de León (1948), del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos en 1953 (Richters, 1987), de Klingebiel y Montgomery (1965) y de Peterson y West (1953). El concepto de evaluación de tierras propone la descripción e interpretación de las interacciones entre factores climáticos, topográficos, de cobertura natural y socioeconómicos que permitan definir el uso deseado o probable de la tierra. Este uso presupone un sistema de producción de largo plazo que no deteriore el recurso suelo.

En un sentido estricto, la evaluación de tierras requiere considerar aspectos tales como la producción (economía de las empresas), las implicaciones sociales de los sistemas de producción en una determinada región y los impactos positivos y negativos causados en el medio (FAO, 1976). La evaluación debe permitir responder a preguntas como:

- ¿Cuál es el actual sistema de manejo de tierras? Y, ¿cuál sería el impacto si este sistema se mantuviera inalterado? (Escenario de no cambio).
- ¿Cuáles cambios pueden introducirse en el sistema de manejo actual? (Escenario de adecuación mínima).
- ¿Qué nuevos usos de la tierra son viables desde el punto de vista económico, social y ambiental? (Escenario de transformación y adecuación del sistema de uso de la tierra).

- ¿Cuáles usos están en conflicto con objetivos sociales o ambientales? Y, si se diera el caso, ¿cuáles deben ser modificados? (Escenario de cambio del sistema de uso del suelo).

Aun cuando en este trabajo no se incorporan aspectos de valor económico (por ejemplo, costos y beneficios de los sistemas de producción), la instrumentación de los conceptos a los que se hace referencia debe permitirles a los economistas realizar estimaciones monetarias.

La evaluación de las tierras se realizará utilizando los conceptos de uso actual, capacidad de uso y uso mayor de la tierra (CCT, 1992). La capacidad de uso representa la aptitud o potencial de un terreno para ser dedicado a una determinada actividad agropecuaria o forestal, dada la tecnología agraria y forestal conocida y disponible (Costa Rica, 1991); el uso mayor representa la utilización más intensiva y sustentable a

Cuadro 4: Precipitación: estaciones meteorológicas en el área de influencia del PRAT

Estación	Lat.	Long.	Elev. m	Ppt. (mm)	S (mm)	CV %	Meses secos	# Años	Registro Período	
0026 Bagaces 0016	10	32'	85 15'	80	1488	324	22	Dic-Abril	5 8	1974-1979
Hda. Mojica	10	24'	85 12'	13	1605	291	18	Dic-Abril	5 13	1973-1985
008 Taboga	10	21'	85 09'	40	1702	360	21	Dic-Abril	5 14	1970-1983
010 Lajas de Cañas	10	17'	85 05'	100	2256	310	14	Dic-Marzo	4 6	1969-1974
011 Hda. Tempisque	10	29'	8534'	22	1802	435	24	Dic-Abril	5 18	1968-1985
030 Ingenio Hda. El Viejo	10	25'	85 29'	10	1877	523	28	Dic-Abril	5 18	1965-1982
005 Pto. Humo	10	19'	85 21'	10	1989	611	31	Dic-Abril	5 21	1961-1971 1973-1975 1979-1981 1983-1986

Fuente: Archivos IMN, 1993.

Su desviación estándar CV%: coeficiente de variación en porcentaje

que puede someterse un terreno sin deteriorar su potencial productivo en el largo plazo (CCT, 1985).

Otro término asociado al uso de la tierra es el uso potencial, el cual, define el uso a que puede someterse el terreno considerando, además de sus limitaciones y potencialidades físicas, los aspectos tecnológicos y culturales.

Los diferentes sistemas de capacidad de uso y uso mayor de la tierra reconocen normalmente cuatro grandes clases o categorías de uso:

- **Agrícola:** áreas sin limitaciones para la actividad agrícola.
- **Ganadero:** áreas con mayores limitaciones que la anterior pero que pueden dedicarse a la actividad ganadera.
- **Silvicultura o actividad forestal:** áreas con severas limitaciones para desarrollar actividades agropecuarias pero con potencial para la actividad forestal.
- **Protección natural:** área con severas limitaciones y no apta para ningún uso extractivo de la tierra.

Las limitaciones y el riesgo de deterioro del suelo y de sus recursos asociados (agua-vegetación) aumenta conforme se avanza en la escala de usos permisibles.

El concepto de uso potencial involucra la interacción entre la capacidad de uso (basado en las potencialidades y limitaciones del ambiente) y los aspectos socioeconómicos y tecnológicos que podrían maximizar la producción - manteniendo el criterio de sustentabilidad del uso de la tierra-.

C. Monitoreo del uso del suelo

Dada la naturaleza impredecible de los sistemas de cultivo, es esencial establecer un sistema de monitoreo del uso de la tierra que permita optimizar su manejo y, a la vez, minimizar los impactos sobre el medio natural. Este proceso implica la recolección, la sistematización, la evaluación y el almacenamiento de información de diversa índole (uso de la tierra, topografía, hidrografía, geología, suelos, demografía, ecología, etc.).

Para estos efectos, el instrumento idóneo, por su versatilidad y confiabilidad, lo constituyen los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los SIG son modelos computarizados que permiten recolectar, almacenar, buscar, transformar, analizar y desplegar la información espacial. En términos generales, los SIG permiten resolver necesidades de información y problemas técnicos en las diferentes disciplinas relacionadas con las ciencias de la tierra.

A partir del SIG se puede realizar la digitalización o incorporación de la información que proviene de fotografías aéreas, de puntos de observación o de mapas topográficos; la transformación de fotografías en mapas topográficos (con base en puntos de referencia); la interpretación de datos básicos; el análisis, por medio de algoritmos, de la información y su posterior despliegue en forma de mapas.

Los SIG son herramientas que han venido a reemplazar el laborioso trabajo de superposición de mapas (mapas de uso actual y potencial) con el fin de identificar conflictos de uso. Esa técnica manual era empleada también en estudios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos, en análisis y distribución de especies vegetales, etc. Es a partir de los años 60, cuando surgen los primeros programas computacionales, que es posible desarrollar aplicaciones geográficas como la superposición de mapas.

El desarrollo vertiginoso que tuvo la informática provocó la aparición de SIG cada vez más sofisticados. Con ello, se redujeron los costos de creación de mapas y se abrió la posibilidad de manejar, y actualizar, rápidamente, una mayor cantidad de información. Se inicia, así, el desarrollo de aplicaciones de SIG que sobrepasan, en mucho, la superposición de mapas. Los SIG se han constituido en una herramienta indispensable en la planificación espacial y en la toma de decisiones. Técnicamente el SIG permite una aproximación holística al proceso de monitoreo, pues unifica aspectos socioeconómicos, ambientales, políticos y administrativos.

La teledetección, por otra parte, se refiere a aquellos sistemas que nos

permiten obtener información sin entrar en contacto directo con los objetos o sea aun cuando estemos distantes de la fuente de energía (Chivieco, 1990). Las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son dos productos típicos de la teledetección.

Desde principios de siglo las fotografías aéreas se han utilizado en el levantamiento de mapas de uso del suelo. Sin embargo, con la puesta en órbita de los satélites LANDSAT y SPOT, el uso de imágenes satelitales se ha incorporado, con mayor frecuencia, a los estudios de uso del suelo (Green, K. et al., 1994; Tung y Ellsworth, 1987; William R. et al., 1987).

D. Cobertura o uso del suelo

El levantamiento de la cobertura y del uso del suelo en el área de estudio fue realizado utilizando fotos aéreas de las líneas 266.4, 268 y 262, rollo 1 con fecha 11-12-1986 (IGN, 1986). El análisis fue complementado con la interpretación visual de una imagen LANDSAT de febrero de dicho año, a escala 1:100000. Para 1992 se interpretó visualmente una imagen LANDSAT del mes de marzo a escala 1:50000.

Los levantamientos de uso de suelo fueron digitados utilizando Roots (Corson, 1990) para luego exportarlos al programa IDRISI (Eastman, 1992) donde la información fue analizada. Los mapas de clasificación de tierra para riego desarrollados por SENARA (1989) y reproducidos por el IICA, a escala 1:10000, también fueron digitados y exportados a IDRISI.

La base de datos espacial creada en IDRISI tiene un error de posicionamiento de 150 a 200 m. Este error es el resultado de la digitalización, la fotointerpretación y el análisis de imágenes de satélite. Para reducir el error, en el caso de las fotografías aéreas, sería necesario aplicar correcciones fotogramétricas y, en el caso de las imágenes LANDSAT, utilizar un modelo de elevación digital del terreno para crear una ortoimagen.

Categorías de uso del suelo

Con base en el reconocimiento de campo del área de estudio se definieron los siguientes usos del suelo:

a. Vegetación natural

- **Bosques:** Esta categoría está formada por los bosques remanentes, ribeños y secundarios.

- **Vegetación arbustiva:** Vegetación leñosa y árboles con una altura inferior a 8 m. Esta vegetación es típica de las primeras etapas de sucesión natural.
- **Humedales:** Área con tabla de agua superficial y con vegetación no leñosa estacional (por ej., tifa, hierbas, arbustos y vegetación emergente).

b. Agricultura

- **Cultivos:** Esta clase incluye los principales cultivos de la zona: caña de azúcar y arroz. También incluye aquellas áreas en barbecho y bajo cultivo de maíz y sorgo. Para los asentamientos San Luis (I y II), La Guaria, Paso Hondo y Ampliación Paso Hondo, se clasificaron por separado las áreas bajo caña de azúcar y arroz.
- **Pasto:** Áreas cubiertas de pastos (fundamentalmente jaragua) o pastos con árboles aislados.
- **Pastos con arbustos:** Áreas de pastos abandonados, con cobertura leñosa de diámetros inferiores a 5 cm y alturas no superiores a 3 m. Los arbustos forman pequeños parches y el pasto es la cobertura dominante.

c. Área urbana y poblados

- **Ciudad de Cañas y Hacienda Taboga:** Casco urbano de la ciudad de Cañas y el centro de operaciones de la Hacienda Taboga.

d. Cuerpos de agua

- **Ríos:** Área ocupada por los ríos Tempisque y Bebedero.

E. Evaluación de conflictos en el uso de la tierra

Para definir el grado de conflicto existente entre el uso de suelo y su capacidad de uso, se utilizó la Metodología para la Evaluación Rápida del Medio Ambiente para el Desarrollo Rural (MERMAD), del Centro Científico Tropical (1992). Esta metodología evalúa, en cada sitio, el grado de subutilización o de sobreutilización de la tierra y asigna a cada combinación de uso-capacidad un valor en el ámbito de -4 y 4. Los valores positivos indican una subutilización y los negativos una sobreutilización del suelo; el valor cero (0) indica un uso a capacidad (Cuadro 5). Este índice fue calculado

utilizando los mapas de uso actual, los mapas de capacidad de uso y la operación crosstab de IDRISI. El área se calculó utilizando el comando área de IDRISI. Para las clases de uso del suelo se utilizó la siguiente clasificación:

1. cultivo I (caña) como cultivo permanente
2. cultivos II (arroz) como cultivo anual de alto rendimiento
3. pastizales como pastizales
4. bosque como bosque
5. charrales como vegetación natural
6. suelo sin vegetación como cultivo de arroz

Para la capacidad de uso se utilizó la clasificación de tierras para riego

Cuadro 5: Matriz para la determinación del estado actual del uso del suelo

		USO MAYOR				
		AGR. INT.	AGR. PERM.	PASTIZALES	PROD. FOR.	PROTECCION
U	Agricultura en Limpio	0 uso adecuado	+1 sobreutilización leve	+2 sobreutilización leve	+3 sobreutilización leve	+4 sobreutilización muy severa
	S	Agricultura Permanente	-1 subutilización leve	0 adecuado	+1 sobreutilización leve	+2 sobreutilización moderada
A		Pastizales	-2 subutilización moderada	-1 subutilización leve	0 adecuado	+1 leve
	T	Bosques artificiales	-3 subutilización severa	-2 subutilización moderada	-1 subutilización leve	0 uso adecuado
A		Vegetación Natural	-4 subutilización muy severa	-3 subutilización severa	-2 subutilización moderada	-1 subutilización leve

AGR. INT.: agricultura intensiva
 AGR. PERM.: agricultura permanente
 PROD. FOR.: producción forestal
 Fuente: CCT. 1992.

elaborada por SENARA (1989). Este sistema incluye las siguientes categorías:

Cultivos anuales de alto y moderado rendimiento (categorías de riego 2 y 3): Áreas dedicadas a cultivos con un ciclo vegetativo anual. Esta es una clase para agricultura intensiva con suelos profundos (60 a 150 cm), de pendientes inferiores a un 8% y con algunas limitaciones de orden textural. En general, los suelos presentan pocas limitaciones para un uso sustentable bajo agricultura de riego.

Agricultura permanente (categoría de riego 4): Áreas adecuadas para el cultivo de la caña de azúcar y los frutales. La

pendiente va desde un 8 hasta un 20%. El factor pendiente limita la intensidad del laboreo y requiere de ciertas medidas de conservación de suelos (por ej., nivelación y fajas en contorno).

Pastizales (categoría de riego 4): Áreas con una pendiente de un 20% y que deben mantenerse con cobertura permanente.

Vegetación natural o protección (reserva forestal): Áreas con fuertes limitaciones (fuerte pendiente, suelos superficiales, baja fertilidad, etc.) que imposibilitan su habilitación para la actividad agropecuaria.

V. RESULTADOS

A. Uso del suelo en el área de influencia del PRAT

El área estudiada abarca un total de 84510 ha; su distribución por uso se muestra en las figuras 2 y 3, y en el cuadro 6.

En 1986 (Cuadro 6) predominaban las zonas dedicadas a la agricultura (pastos y cultivos): estas zonas ocupaban 54570 ha (64,7%) y cubrían fincas como Escagedo, Bellavista y Corella, ubicadas al noroeste del Río Bebedero. El bosque que se encontraba en el asentamiento de Bagatzí fue talado para dar paso al cultivo de arroz anegado. Es importante aclarar, sin embargo, que aunque la totalidad del área de este asentamiento fue considerada "bajo uso agrícola", en 1986 no todas las parcelas estaban cultivadas con arroz.

Las áreas de pastos, un 46,2% de la zona de estudio (38986 ha), constituían el uso principal y se ubicaban al noreste del Parque Nacional Palo Verde y de la Reserva Lomas de Barbudal, en las fincas Las Lapas, La Soga, parte de la Hacienda Taboga y al sur de la Ciudad de Cañas.

La segunda categoría en importancia era el bosque: ocupaba un 18,9% del área o sea 15978 ha. Estas áreas boscosas estaban ubicadas en el Parque Nacional Palo Verde, en la Reserva Biológica Lomas Barbudal, en los cerros de la Fila Nambiral y Pedregosa, y a lo largo de los ríos Piedras y Tenorio, Corobicí, Blanco y Paso Ancho.

La tercera categoría en importancia la constituía la actividad agrícola (caña de

azúcar, arroz y sorgo principalmente) con 15584 ha (18,5%).

Los humedales ocupaban 6798 ha (8% del área de estudio) y se localizaban mayormente en el Parque Nacional Palo Verde, en la confluencia de los ríos Tempisque y Bebedero. Aun cuando sólo esta porción del área fue clasificada como humedales, los suelos de la cuenca baja del río Tempisque presentan características hídricas propias de los humedales.

La vegetación arbustiva cubría un 6,2% del área, es decir 5290 ha. Las áreas más importantes se ubicaban al noroeste de Palo Verde, a lo largo de la margen occidental del río Bebedero.

Finalmente, la ciudad de Cañas y el poblado de la Hacienda Taboga ocupaban 159 ha y los cuerpos de agua (ríos Tempisque y Bebedero) 1459 ha.

En 1992 (y pese a que su área se había reducido) los pastos continuaban siendo el uso predominante: ocupaban 35241 ha (9,6% de su área original) (Cuadros 6 y 7). La reducción en el área de pastos obedece a dos fenómenos: el abandono de áreas poco productivas para la actividad ganadera, y la puesta en marcha del proyecto de riego. Hay que recordar, sin embargo, que en Guanacaste el abandono de potreros y la posterior eliminación de la vegetación arbustiva (charrales o tacotales) forma parte de las técnicas tradicionales de manejo de pastos; por lo tanto, es muy probable que en un futuro cercano las áreas bajo cobertura arbustiva sean revertidas a pastos.

Figura 2. Uso del suelo en el área de influencia del PRAT. 1986

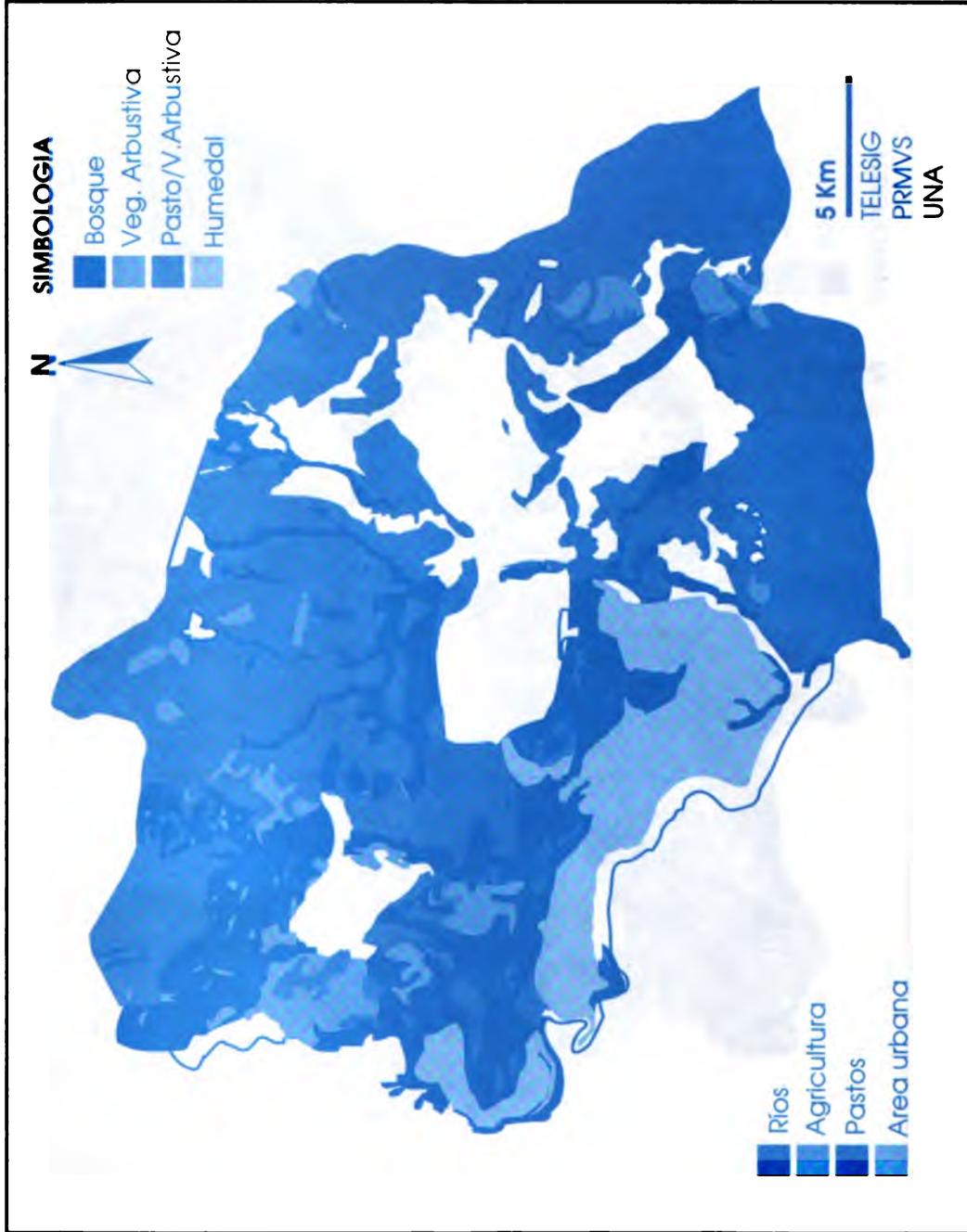
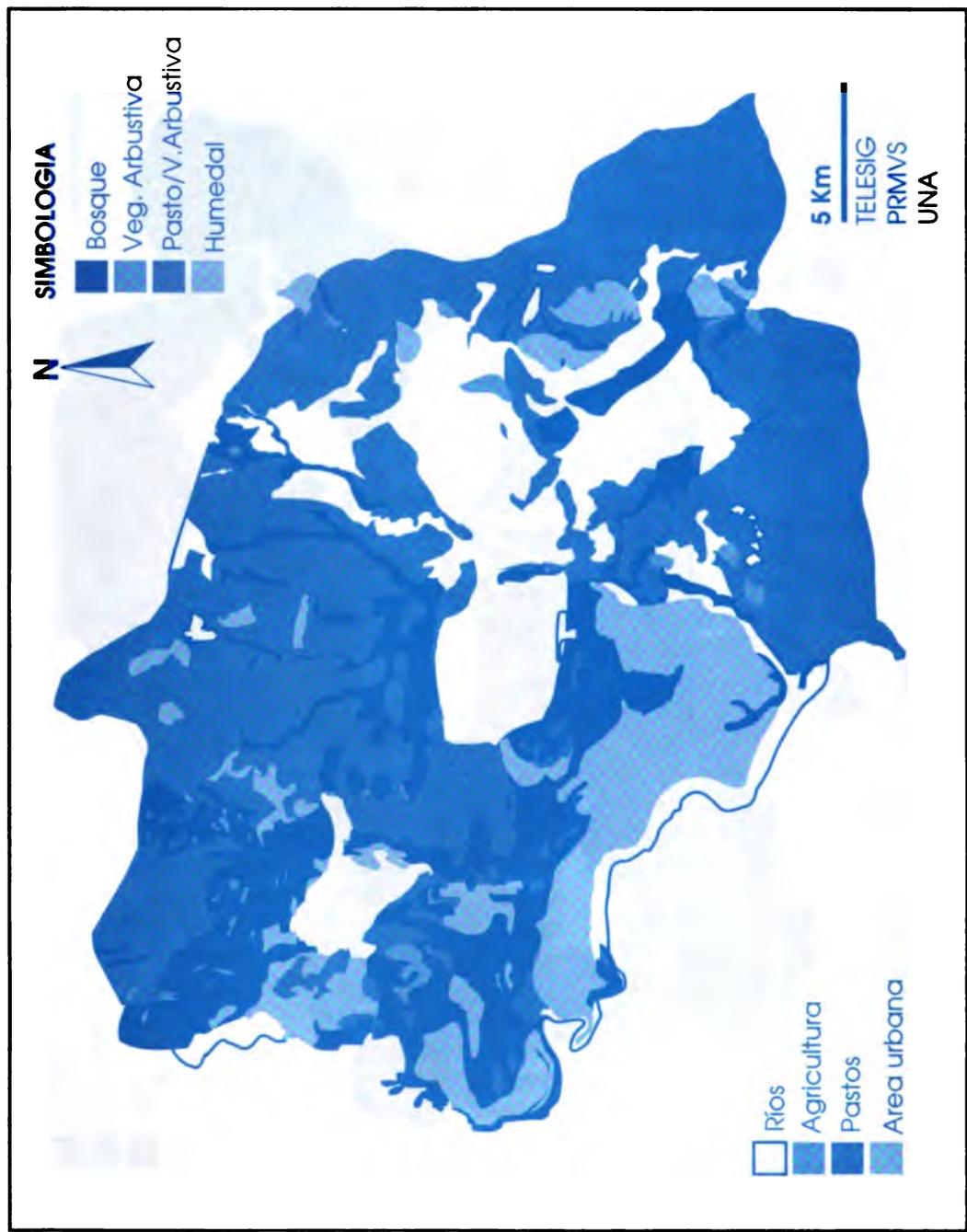


Figura 3. Uso del suelo en el área de influencia del PRAT. 1992



Cuadro 6: Distribución del Uso del Suelo. Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Etapas I, II, y Areas Aledañas. (1986 - 1992).

Categoría	1986		1992	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Bosque	15978	18,9	16139	19,1
Veg. arbustiva	5290	6,2	7132	8,4
Humedales	6798	8,0	6798	8,0
Pasto	38986	46,2	35241	41,8
Pasto/veg. arbustiva	256	0,3	1156	1,4
Agricultura	15584	18,5	16428	19,4
Ríos	1459	1,7	1459	1,7
Area urbana	159	0,2	159	0,2
TOTAL	84510	100,0	84510	100,0

El área agrícola había aumentado su extensión en 844 ha, lo que representa un aumento de un 5,4% con respecto a su extensión en 1986 (Cuadro 6). Este aumento corresponde, básicamente, a nuevas áreas de arroz y de caña de azúcar. No se observó un cambio significativo en el área de bosque, la cual aumentó en un 1% (Cuadro 6). Entre 1986 y 1992 los pastos con

vegetación arbustiva aumentaron en 900 ha.

Las figuras 4 y 5 muestran, respectivamente, la distribución (por área) de los cambios en el uso del suelo ocurridos entre 1986 y 1992.

Cuadro 7: Cambio de Uso del Suelo. Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Etapas I, II y Areas Aledañas. (1986-1992).

Categoría	Cambio de Uso 1986-1992	
	Hectáreas	% (1)
Bosque	161	1,0
Veg. arbustiva	1842	34,8
Pasto	-3745	-9,6
Pasto/veg. arbustiva	900	351,6
Agricultura	844	5,4
Humedales	0,0	0,0
Ríos	0,0	0,0
Ciudad de Cañas y Hda. Taboga	0,0	0,0

(1) Cambio porcentual con respecto a 1986

Figura 4: Cambios en el uso del suelo en el área de influencia del PRAT 1986-1992.
 (Los números en la columna de la izquierda indican el uso en uso en 1986 y los de la derecha el uso en 1992).

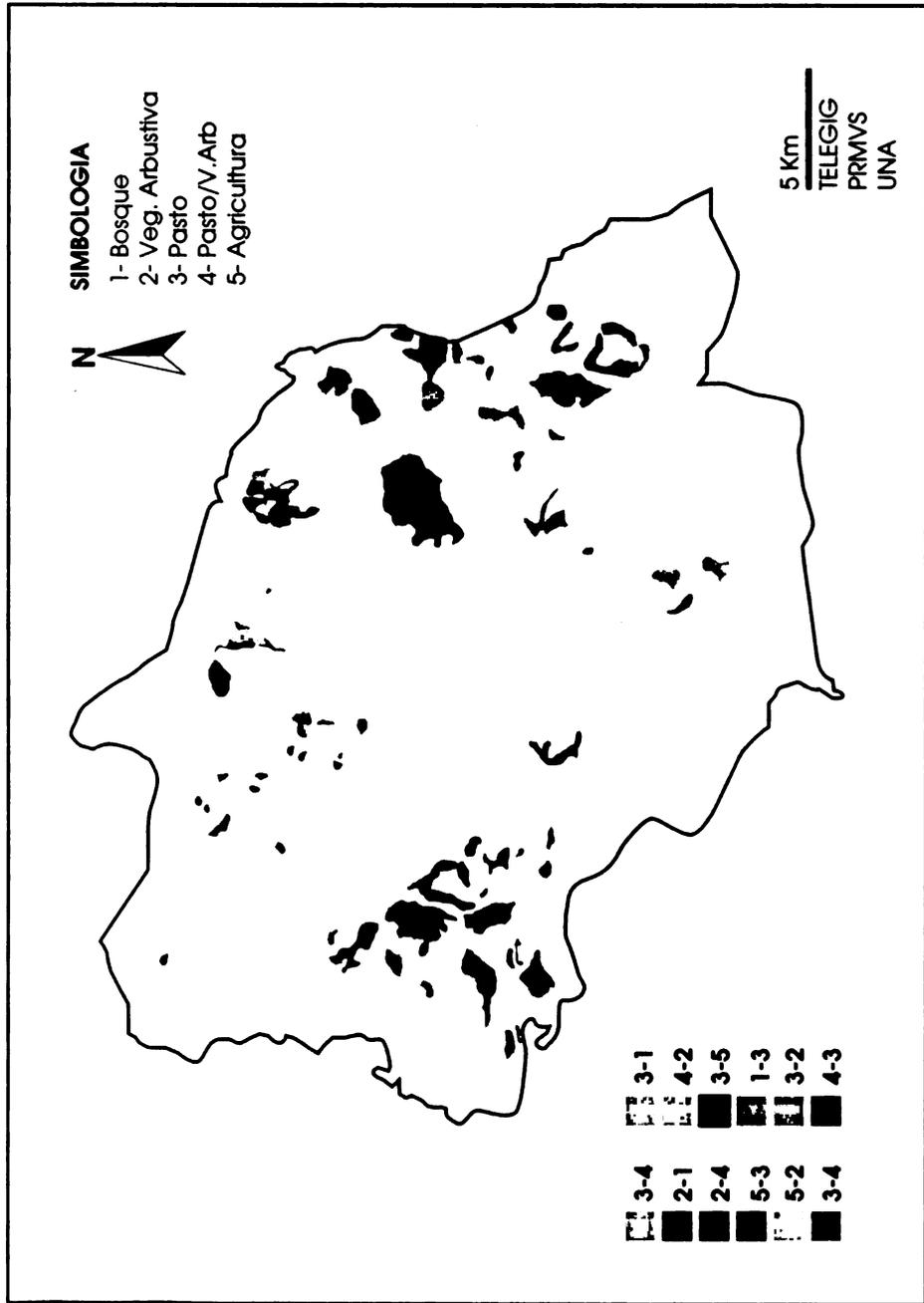
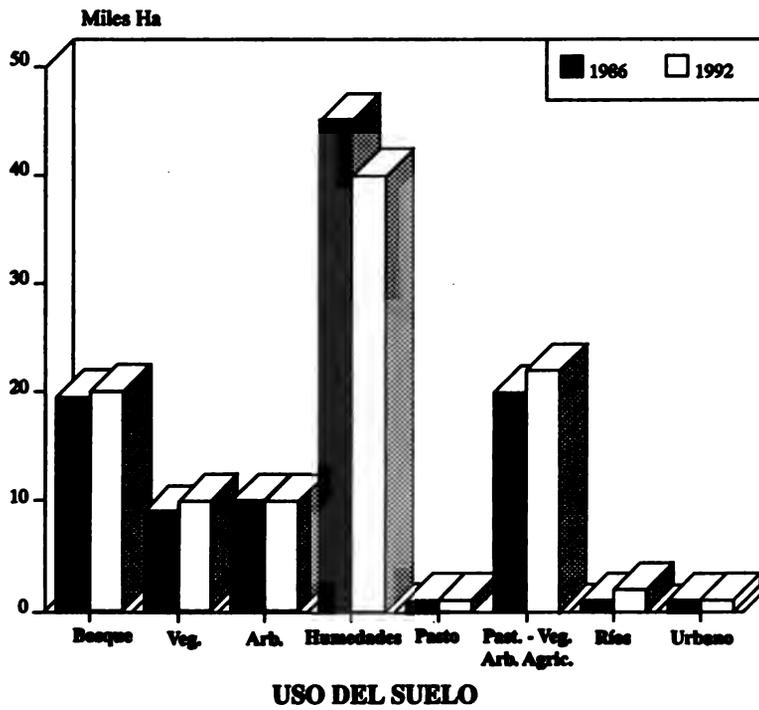
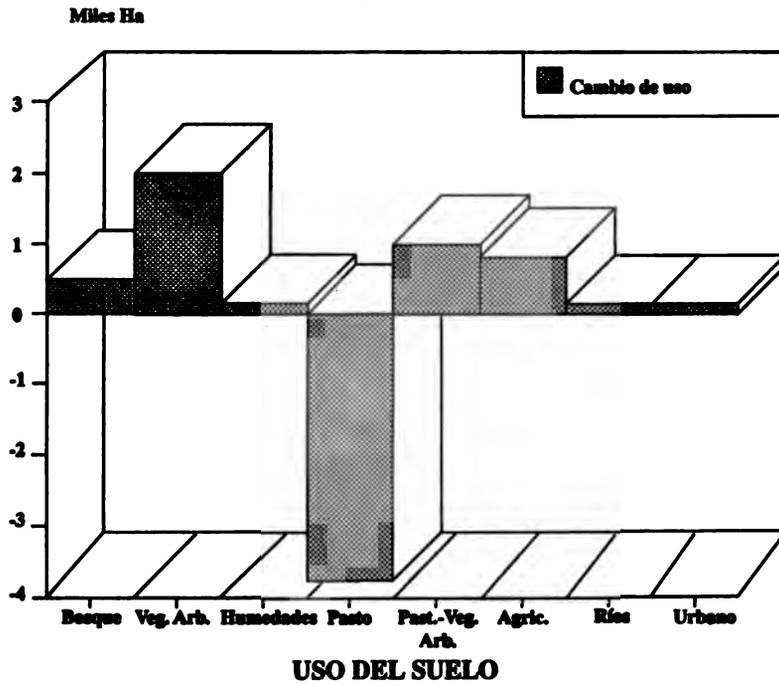


Figura 5. Uso del suelo en el área de influencia del PRAT. 1986-1992



1986-1992



Cuadro 8: Uso de suelo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo y Ampliación (1986 y 1992)

Categoría de Uso	1986		1992	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Bosque	119,0	5	0,0	0
Caña	112,0	4	315,5	12
Arroz	1515,3	58	1256,8	48
Suelo sin veg.	0,0	0	421,5	16
Charral	193,4	7	72,0	3
Pasto	676,8	26	550,9	21
TOTAL	2616,5	100	2616,5	100

B. Uso del suelo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo, Ampliación y San Luis (I y II) durante 1986 y 1992.

En la primera fase del PRAT se establecen cinco asentamientos campesinos. Con base en los mapas de clasificación de tierras para riego (SENARA, 1989), estos se dividieron en dos grupos: el primero formado por La Guaria, Paso Hondo y Ampliación Paso Hondo y el segundo, por San Luis I y San Luis II. Además, se incluye

Bagatzí, área de la segunda fase pero desarrollada como zona piloto en la primera fase.

1. La Guaria, Paso Hondo y Ampliación

Los cuadros 8 y 9, y las figuras 6 y 7, presentan el uso del suelo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo y Ampliación Paso Hondo en 1986 y en 1992. El área estudiada fue de 21616,50 hectáreas.

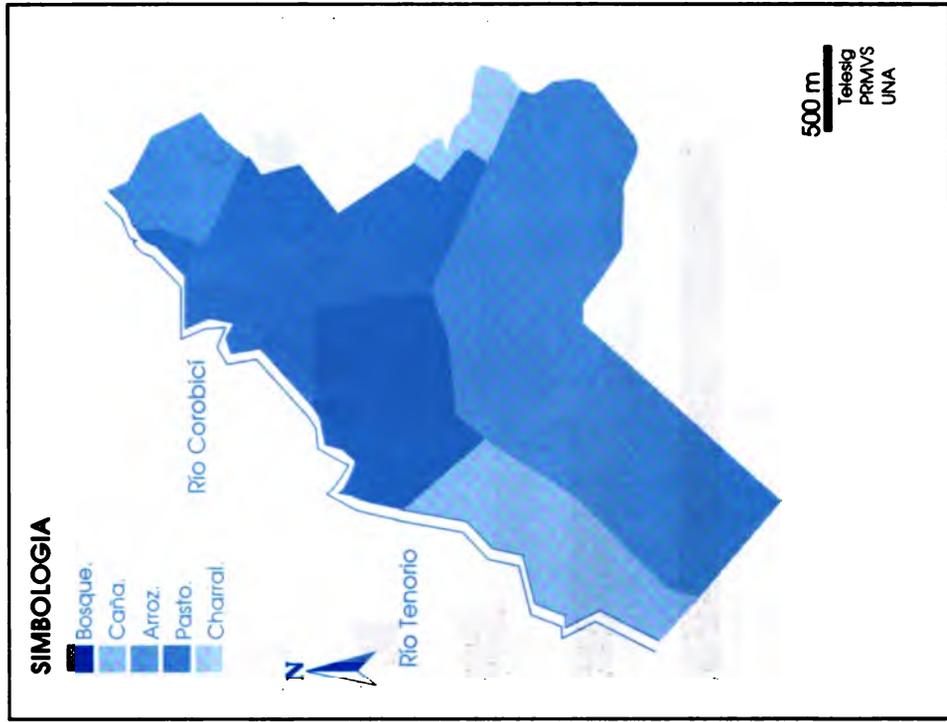
En 1986 (Cuadro 8 y Fig. 6) predominaba el cultivo de arroz (1515 ha), lo que representaba un 58% del total del área de los asentamientos. En segundo lugar

Cuadro 9: Cambio de uso del suelo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo y Ampliación. (1986-1992)

Categoría De Uso	Hectáreas	Cambio de Uso 1986-1992 % ¹
Bosque	-119,0	-100
Caña	203,5	182
Arroz	-258,5	-17
Suelo sin veg.	421,5	100
Charral	-121,4	-63
Pasto	-119,9	-18

¹ Porcentaje con respecto al uso en 1986

Figura 6: Uso del suelo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo y Ampliación. A:1986, B:1992

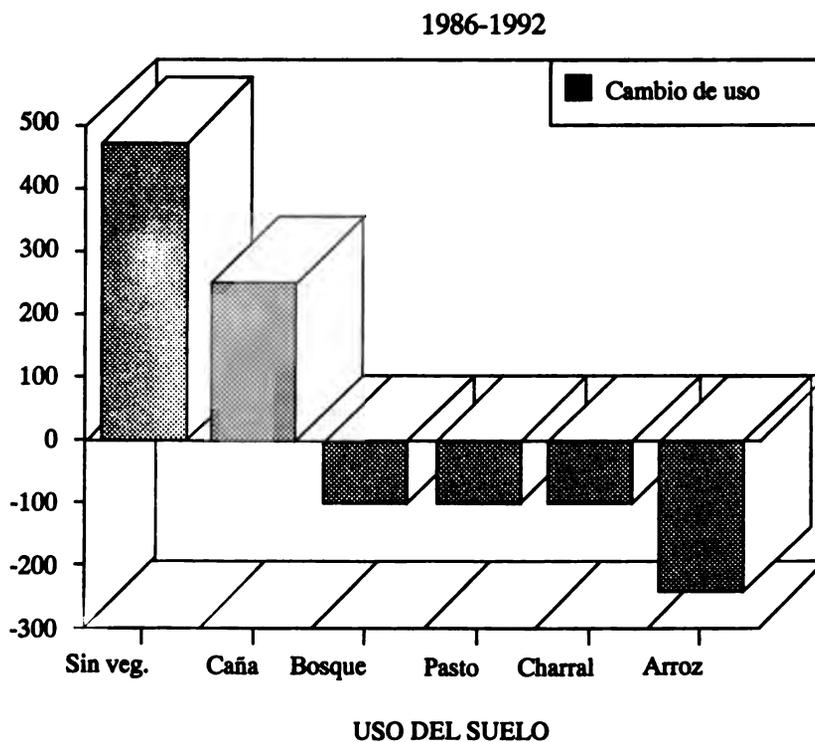
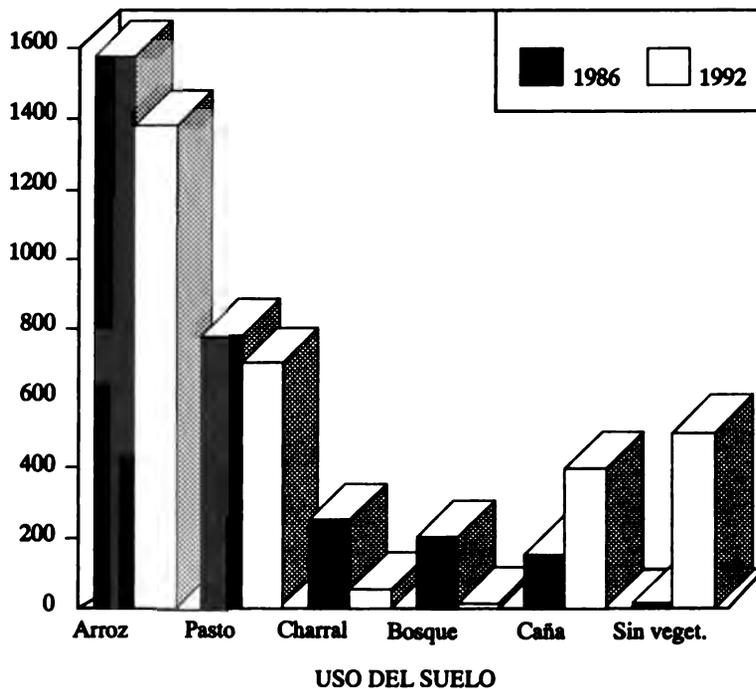


B



A

Figura 7. Uso del suelo en el Asentamiento La Guaría Paso Hondo y ampliación Paso Hondo



Cuadro 10: Asentamientos San Luis I y San Luis II. Uso de Suelo. (1986-1992)

Categoría de Uso	1986		1992	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Arroz	537,0	45,4	807,7	68,3
Sin vegetación	31,3	2,7	8,9	0,7
Charral	64,5	5,4	97,2	8,3
Pasto	549,4	46,5	208,4	17,6
Caña de azúcar	0,0	0,0	60,4	5,1
Pasto	676,8	26	550,9	21
TOTAL	1182,2	100,0	1182,2	100,0

estaba el pasto, con 676 ha (26% del área), seguido por la caña de azúcar, con 112 ha (4% del área). Es decir, en dicho año, un 88% del área estaba dedicado a la actividad agropecuaria. El bosque y el charral (vegetación natural de bajo porte) ocupaban sólo un 12% de las 2616,5 ha analizadas y se ubicaban a lo largo de los ríos Corobicí y Bebedero, y en el extremo este del grupo de asentamientos, respectivamente.

En 1992 se mantuvo el mismo patrón de uso del suelo, aunque con algunos cambios en su extensión, como puede apreciarse en el cuadro 9 y en las figuras 6 y 7. De 1986 a 1992 el área dedicada a bosque se redujo en un 100% (119 ha); el área dedicada a la caña de azúcar aumentó en un 182% (203.5 ha); el área dedicada al cultivo del arroz experimentó una reducción de 17% (258,5 ha); el área de charral se redujo en un 63% (121.4 ha) y el área dedicada a pastos mermó en un 18% (119,9 ha). Por otra parte, 421.5 ha se clasificaron como "suelo sin vegetación", pero es muy posible que estuvieran dedicadas al cultivo del arroz. De ser este el caso, en el área de arroz se observaría un aumento neto de 163 ha, o sea, un incremento de 11% con respecto al área cultivada en 1986. La reducción en el área de charrales puede ser el

resultado del cambio de uso en el sector Ampliación Paso Hondo. Es importante recalcar que los bosques talados se encontraban en la margen derecha de los ríos Tenorio y Corobicí.

2. Asentamientos San Luis I y San Luis II

Los cuadros 10 y 11, y las figuras 8 y 9 muestran el uso del suelo para los asentamientos San Luis I y San Luis II en 1986 y en 1992. El total del área estudiada fue de 1182,20 hectáreas.

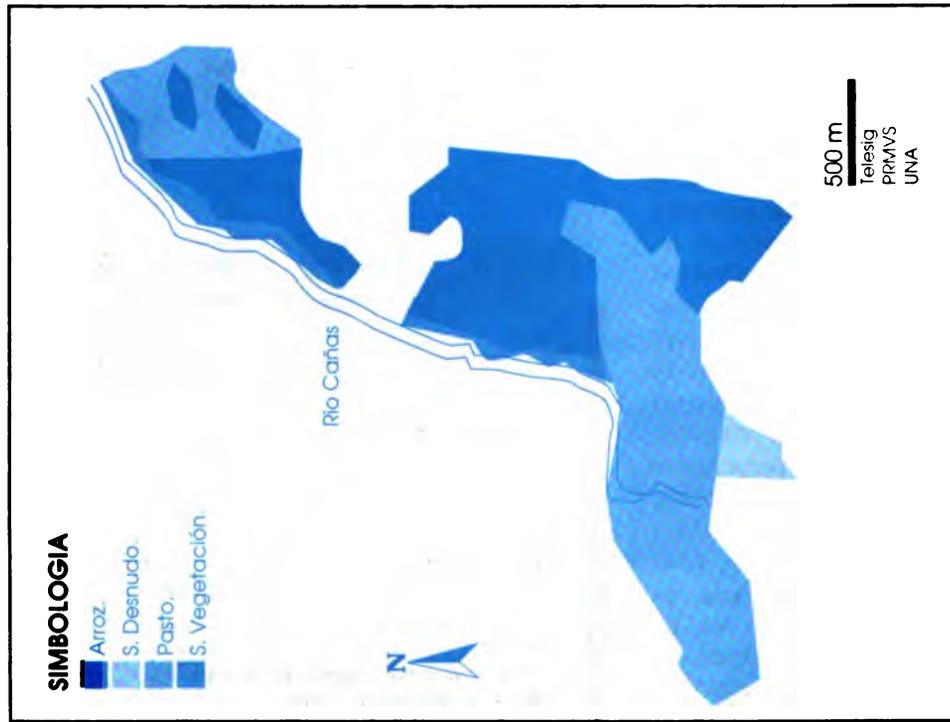
Cuadro 11: Asentamientos San Luis (I y II). Cambios en el uso del suelo. (1986-1992)

Cambio de uso 1986-1992		
Categoría de Uso	Hectáreas	% 1
Caña	60,0	*
Arroz	207,7	50
Suelo sin veg.	-22,4	-72
Charral	32,7	51
Pasto	-341,0	-62

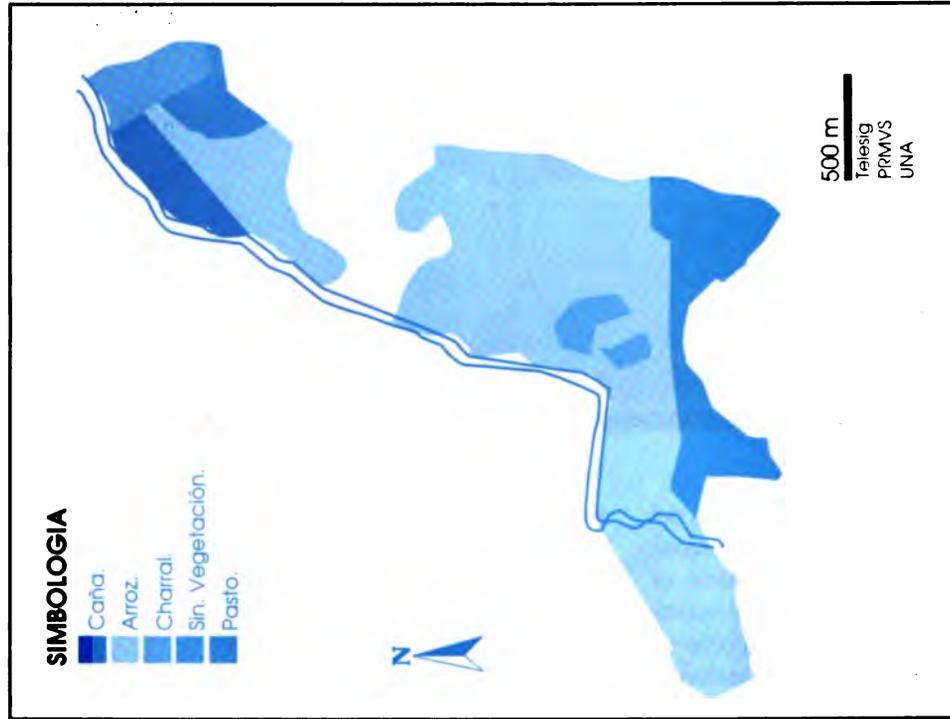
(1) Porcentaje con respecto al uso en 1986

(*) Cultivo ausente en 1986

Figura 8: Uso del suelo en los asentamientos San Luis I y II A: 1986, B: 1992

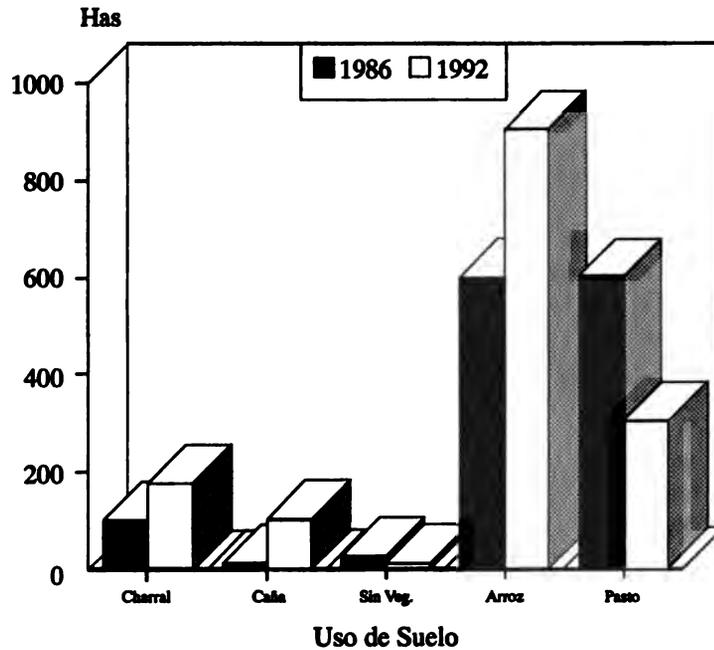


A



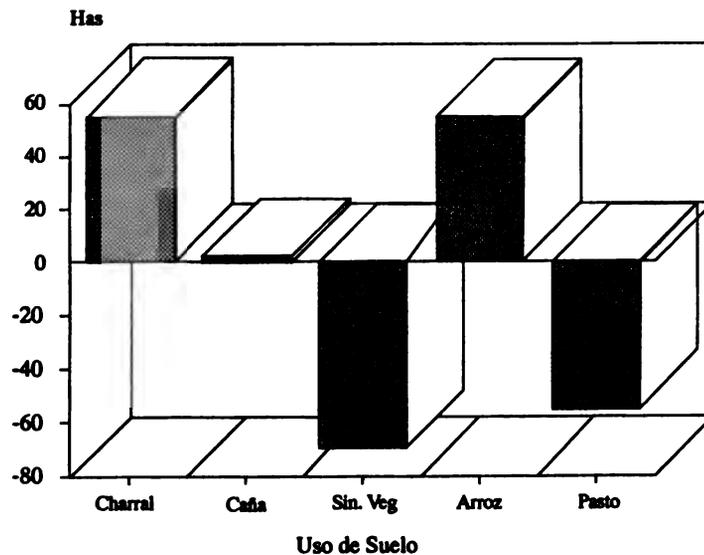
B

Figura 9. Uso del suelo en el Asentamiento San Luis I y II. 1986-1992
 En el año 1986 no existía caña de azúcar, por lo tanto no se presenta el cambio porcentual para dicho cultivo



1986 - 1992

■ Cambio de uso



En 1986 (Cuadro 10 y Fig. 8) predominaban los pastos y el arroz, con un 46,5% y un 45,4%, respectivamente. El área remanente (8,1%) estaba sin vegetación y bajo cobertura natural (charral).

Para 1992 (Cuadro 11 y Figs. 8 y 9) se observó un predominio del cultivo de arroz (807,7 ha), lo que representa un 68,3% del área y un incremento de 50% con respecto a su extensión en 1986 (Cuadro 10). El pasto, redujo su área en 341 ha y la caña de azúcar, ausente en 1986, aumentó en 60 hectáreas (Cuadro 11). El área bajo cobertura natural (charral) aumentó en 60 hectáreas, es decir, un 51% con respecto a su extensión en 1986 (Cuadro 11). Pero, si bien esta área incrementó su extensión, es importante destacar que su ubicación espacial cambió. En 1986 se ubicaba en la margen derecha del río Cañas, en 1992 en el extremo NE de los asentamientos. Esto indica que el área de charral localizada a largo del río fue talada para dar paso al cultivo de caña, pasto y áreas sin vegetación.

C. Evaluación del uso de la tierra en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo y San Luis (I y II)

1. La Guaria y Paso Hondo

El mapa de clasificación de tierras para riego desarrollado por SENARA (Cuadro 12 y Fig. 10) clasifica los suelos de La Guaria y Paso Hondo, pero excluye el asentamiento Ampliación Paso Hondo. Así, el área que cuenta con estudios de capacidad de uso abarca 94,7 ha (36%) de las 2616,5 ha de estos asentamientos. Un 56% del área estudiada tiene aptitud para cultivos anuales de alto y moderado rendimiento (categorías de riego 2 y 3, respectivamente); un 35% debe dedicarse a cultivos perennes o semiperennes (por ej., caña de azúcar); un 8% al pastoreo, y el 1% restante fue clasificado como reserva forestal.

La matriz de conflictos de uso del suelo (Cuadro 13 y Figs. 11 y 12) indica que, en 1986, un 86% del área con

Cuadro 12: Clasificación de uso de la tierra para riego en La Guaria y Paso Hondo*

Categoría de uso	Categoría de riego	Superficie	
		Hectáreas	%
Cultivos Anuales Alto rendimiento	2	328,2	35
Cultivos Anuales Moderado rendimiento	3	197,2	21
Cultivos perennes o semiperennes	4	330,8	35
Pastoreo Extensivo	6	80,5	8
Reserva Forestal	Reserva Forestal	10,8	1
TOTAL		947,5	100

* Excluye 27,3 ha, sin etiquetar en el mapa de clasificación de tierras para riego. También se excluyeron 1642 ha (64%) por no disponer de estudios de capacidad de uso.

Figura 10. Clasificación de tierras para riego, asentamientos La Guaria y Paso Hondo.

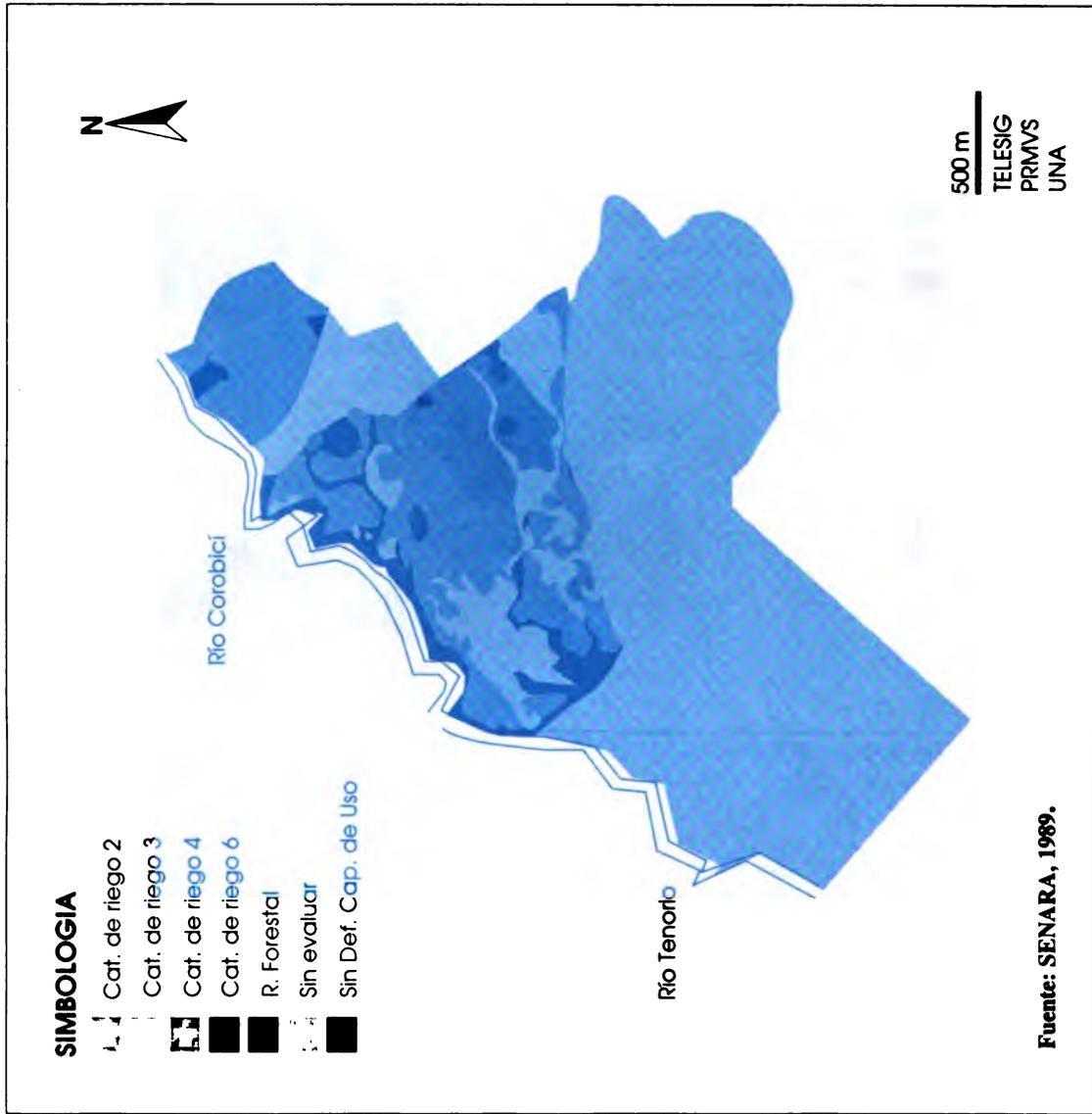


Figura 11. Evaluación de uso versus capacidad de uso para los asentamientos La Guaria y Paso Hondo, 1986

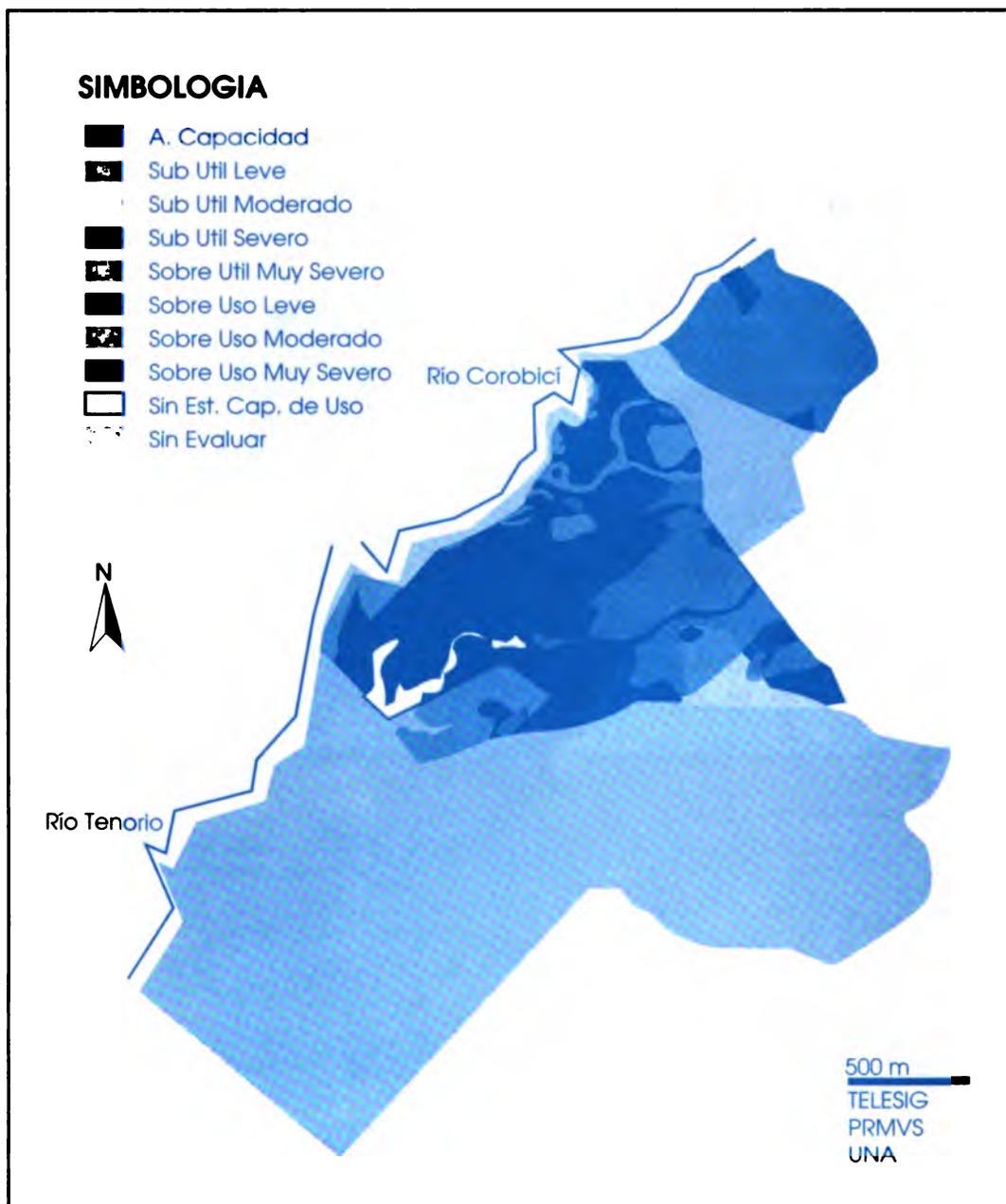
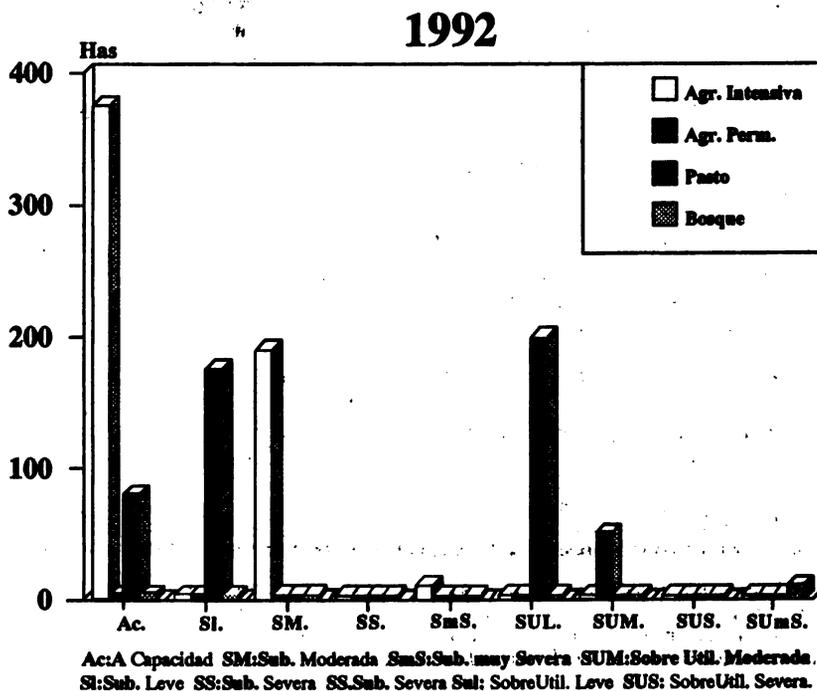
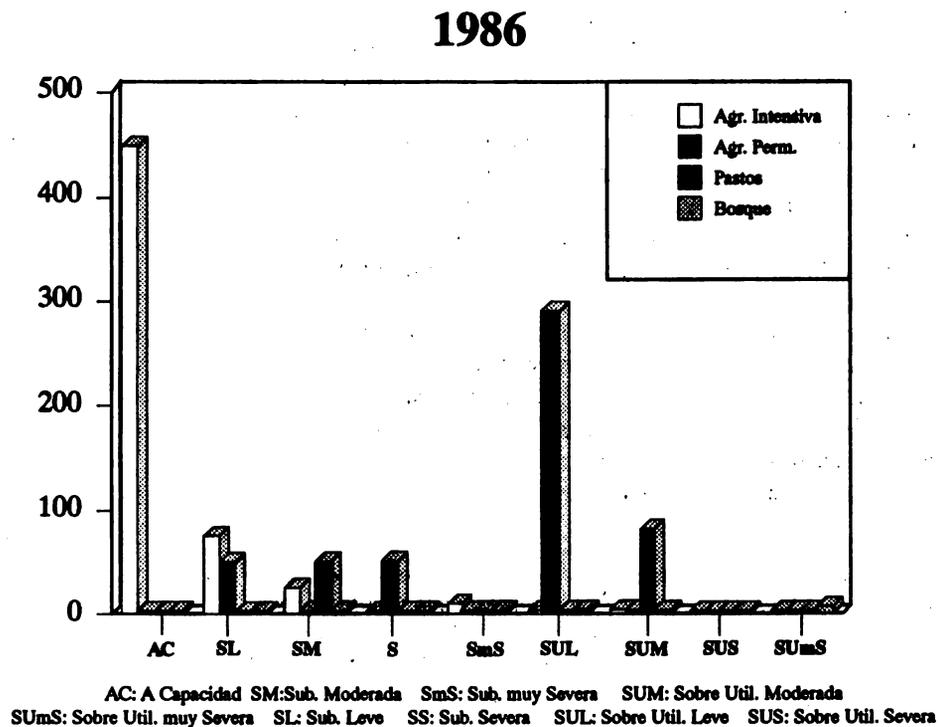


Figura 12. Evaluación de uso de la tierra en el Asentamiento La Guaria y Paso Hondo



capacidad para agricultura intensiva estaba siendo utilizada a capacidad; un 9% presentaba una subutilización leve; un 2% una subutilización moderada y un 3% una subutilización muy severa. Un 47% del área (713,5 ha dedicadas al cultivo de arroz) no fueron evaluadas pues carecían de estudios de capacidad de uso.

Un 87% del área con capacidad para agricultura permanente presentaba una sobreutilización leve; un 1% mostraba un uso a capacidad; un 6% una subutilización leve y un 6% una subutilización severa. En los asentamientos existen 54,5 hectáreas de caña de azúcar que no fueron evaluadas por encontrarse dentro del área que no

cuenta con estudios de capacidad de uso.

Un 58% de las áreas con capacidad para pastos estaban siendo sobreutilizadas moderadamente y sólo un 4% presentaba un uso a capacidad. Un 38% del área presentaba una subutilización moderada al estar dedicada a bosques. La mayor parte del área dedicada a pastos (630,7 ha) no posee estudios de capacidad de uso.

El 71% del área con capacidad de uso para bosques de protección (7,7 ha) presenta una severa sobreutilización, en tanto que las 3,1 ha remanentes se estaban utilizando a capacidad.

Cuadro 13. Matriz de conflictos entre uso del suelo y capacidad de uso. La Guaria y Paso Hondo. (1986)

Uso del Suelo	Capacidad de uso ¹				TOTAL
	Agr. intensiva ²	Agr. Permanente ³	Pasto ⁴	Bosque ⁵	
Agricultura en limpio (arroz)	Area: 438,5 ha Area %: 86 uso a capacidad	Area: 286,3 ha Area %: 87 sobreutilización leve +1	Area: 46,8 ha Area %: 58 sobreutilización moderada +2	Area: 7,7 ha Area %: 71 sobreutilización muy severa +4	779,3 ha
Agricultura permanente (caña)	Area: 48,0 ha Area %: 9 subutilización leve -1	Area: 4,8 ha Area %: 1 uso a capacidad	Area: 0,0 ha	Area: 0,0 ha	83,6 ha
Pasto	Area: 22,4 ha Area %: 2 subutilización moderada -2	Area: 20,8 ha Area %: 6 subutilización leve -1	Area: 2,9 ha Area %: 4 uso a capacidad	Area: 0,0 ha	34,1 ha
Bosque	Area: 16,5 ha Area %: 3 subutilización muy severa	Area: 19,0 ha Area %: 6 subutilización severa -3	Area: 30,8 ha Area %: 38 subutilización moderada -2	Area: 3,1 ha Area %: 29 uso a capacidad	69,4 ha
TOTAL	524,4 ha	330,9 ha	80,5	10,8 ha	947,6 ha

1. Se ha eliminado la categoría "producción forestal" por estar ausente en la zona de trabajo.
2. Agricultura intensiva: incluye las categorías 2 y 3 de la clasificación de tierras para riego.
3. Agricultura permanente: corresponde a la categoría 4 de la clasificación de tierras para riego.
4. Pasto: corresponde a la categoría 6 de la clasificación de tierras para riego.
5. Bosque: áreas de protección.

Un 87% del área con capacidad para agricultura permanente presentaba una sobreutilización leve; un 1% mostraba un uso a capacidad; un 6% una subutilización leve y un 6% una subutilización severa. En los asentamientos existen 54,5 hectáreas de caña de azúcar que no fueron evaluadas por encontrarse dentro del área que no cuenta con estudios de capacidad de uso.

Figura 12. Evaluación del uso de la tierra en el Asentamiento La Guaria y Paso Hondo

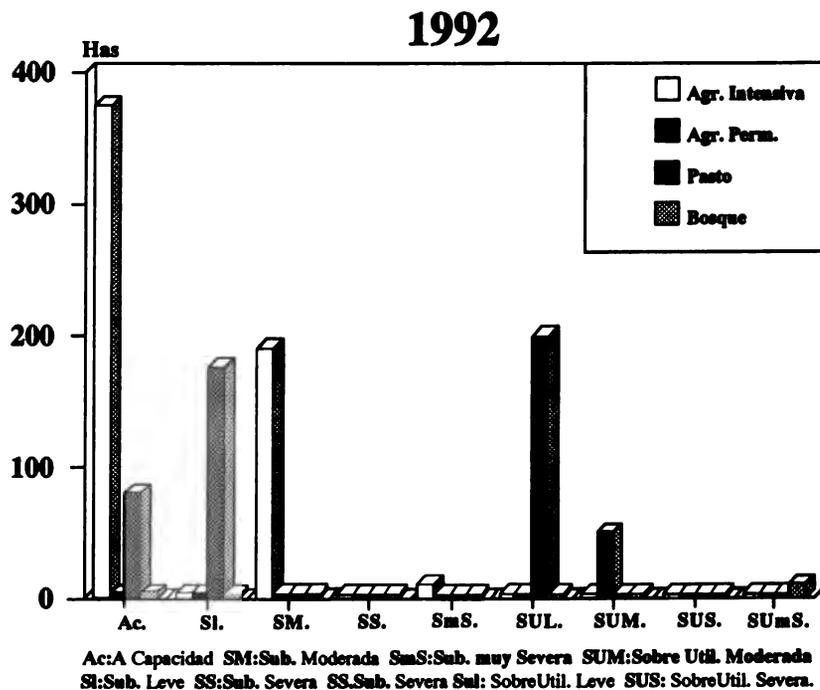
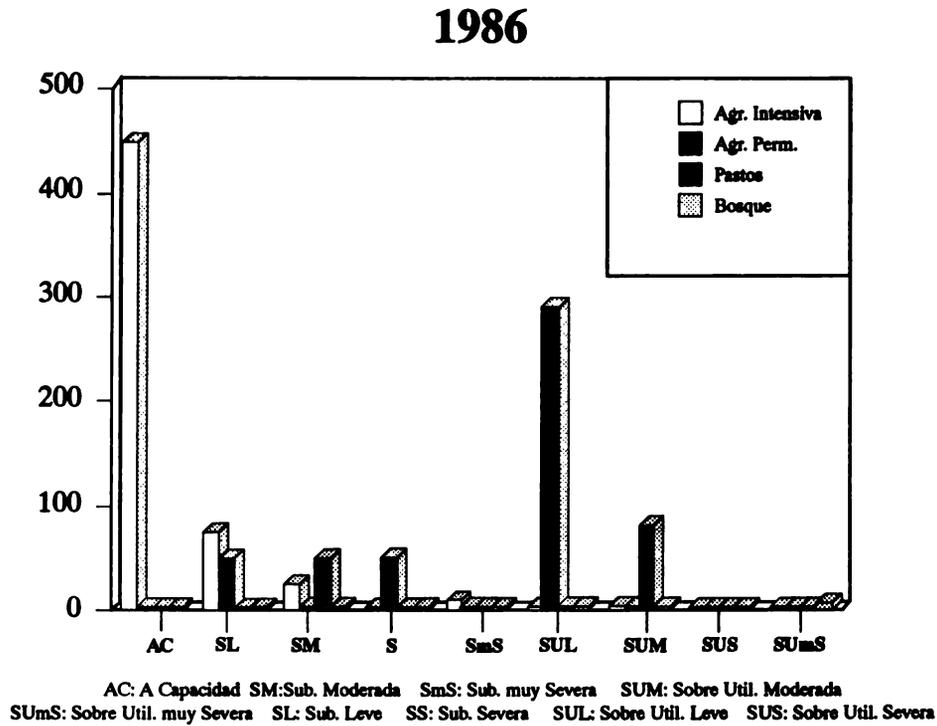
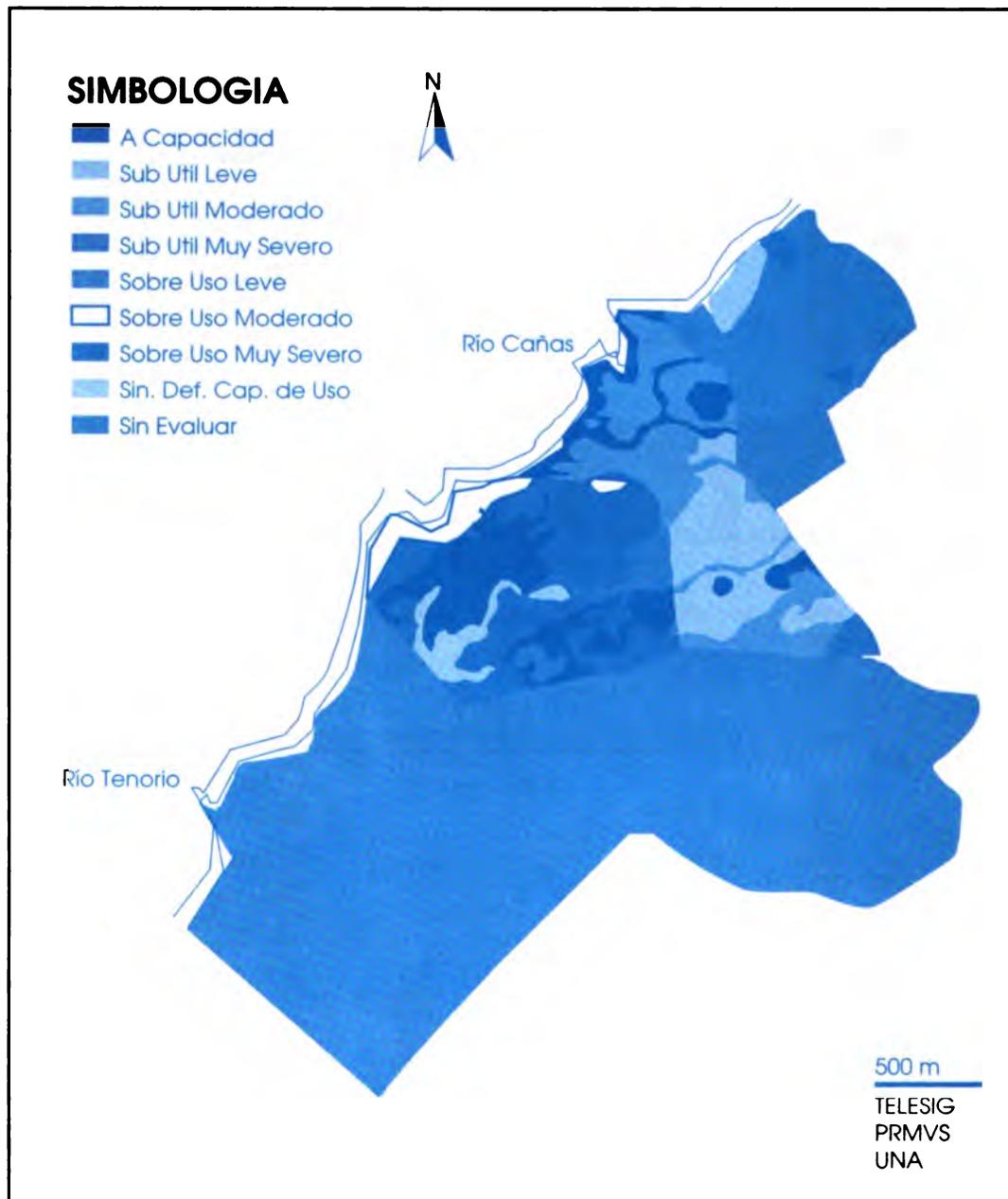


Figura 13. Evaluación de uso *versus* capacidad de uso para los asentamientos La Guaria y Paso Hondo, 1992



Cuadro 14. Matriz de conflictos entre uso del suelo y capacidad de uso. La Guaria y Paso Hondo. (1992)

Uso del Suelo	Capacidad de uso ¹				TOTAL
	Agr. intensiva ²	Agr. Permanente ³	Pasto ⁴	Bosque ⁵	
Agricultura en limpio (arroz)	Area: 0,0 ha	Area: 146,5 ha Area %: 44 sobreutilización leve +1	Area: 0,0 ha	Area: 10,8 ha Area %: 100 sobreutilización muy severa +4	157,3 ha
Pasto	Area: 166,1 ha Area %: 23 subutilización moderada-2	Area: 157,2 ha Area %: 48 subutilización leve -1	Area: 62,4 ha Area %: 78 uso a capacidad	Area: 0,0 ha	385,7 ha
Charral	Area: 10,5 ha Area %: 2 subutilización muy severa -4	Area: 0,0 ha	Area: 0,0 ha	Area: 0,0 ha	10,5 ha
Suelo sin vegetación*	Area: 348,9 ha Area %: 66 uso a capacidad	Area: 27,1 ha Area %: 8 sobreutilización leve -1	Area: 18,1 ha Area %: 22 sobreutilización moderada -2	Area: 0,0 ha	394,1 ha
TOTAL	525,5 ha	330,8 ha	80,5	10,8ha	947,6 ha

¹. Se ha eliminado la categoría "producción forestal" por estar ausente en la zona de trabajo.

². Agricultura intensiva: incluye las categorías 2 y 3 de la clasificación de tierras para riego.

³. Agricultura permanente: corresponde a la categoría 4 de la clasificación de tierras para riego.

⁴. Pasto: corresponde a la categoría 6 de la clasificación de tierras para riego.

⁵. Bosque: áreas de protección.

Un 87% del área con capacidad para agricultura permanente presentaba una sobreutilización leve; un 1% mostraba un uso a capacidad; un 6% una subutilización leve y un 6% una subutilización severa. En los asentamientos existen 54,5 hectáreas de caña de azúcar que no fueron evaluadas por encontrarse dentro del área que no cuenta con estudios de capacidad de uso.

Cuadro 15: Cambios en el patrón de uso del suelo. La Guaria y Paso Hondo. (1986-1992)

Uso	Año			
	1986		1992	
Capacidad	449,3 ha	47%	411,3 ha	44%
Subutilizado	157,5 ha	17%	333,8 ha	35%
Sobreutilizado	340,8 ha	36%	202,5 ha	21%

En resumen, en 1986 un 47% del área (449,3 ha) se estaba utilizando a capacidad, un 36% (340,8 ha) se estaba sobreutilizando y un 17% (157,5 ha) se estaba subutilizando.

En 1992 (Cuadro 14 y Figs. 12 y 13), un 32% (166.1 ha) del área con capacidad para agricultura intensiva presentaba una subutilización moderada; un 2% (10.5 ha) una subutilización muy severa y un 66% (348,9 ha) un uso a capacidad. Aquí existen otras 1099,5 hectáreas de arroz que no fueron evaluadas por no contar con mapas de capacidad de uso.

El 52% (173,6 ha) de las áreas con capacidad para cultivos permanentes se estaba sobreutilizando levemente; el restante 48% (157,2 ha) presentaba una subutilización leve. Existen otras 315,5 hectáreas de caña de azúcar sin estudios de capacidad de uso.

Un 78% (62,4 ha) de las áreas con capacidad para pastos se estaba utilizando a capacidad; el 22% (18.1 ha) remanente presentaba una sobreutilización moderada. No se tiene información sobre la capacidad de uso de las 120,2 hectáreas remanentes de pasto. El 100% del área catalogada como reserva forestal presentaba una

sobreutilización muy severa. Esto indica que entre 1986 y 1992 las 10,8 hectáreas de bosques localizadas a lo largo del río Corobicí fueron convertidas a cultivos de arroz.

En resumen, en 1992 un 44% del área (411,3 ha) se estaba utilizando a capacidad, un 35% (338,8 ha) se estaba subutilizando y un 21% (202,5 ha) se estaba sobreutilizando.

Los cambios más importantes observados entre 1986 y 1992 (Cuadro 15) son: una reducción del 15% en el sobreuso y un aumento de un 18% en las áreas utilizadas. Las áreas utilizadas a capacidad se redujeron en un 3% en dicho período.

2. San Luis (I y II)

El área que cuenta con estudios de capacidad de uso abarca 1182, 2 ha (Cuadro 16 y Fig. 14), de las cuales un 27,2% tienen capacidad para cultivos anuales de alto rendimiento (categoría de riego 2), un 51,9% son aptas para cultivos anuales de moderado rendimiento (categoría de riego 3), un 19,9% deben dedicarse al pastoreo y el 1% restante fue clasificado como reserva forestal.

Cuadro 16. Categorías de tierras para riego. San Luis (I y II).

Capacidad de uso	Categoría de riego	Superficie	
		Hectareas	%
Cultivos anuales alto rendimiento	2	321,8	27,2
Cultivos anuales moderado rendimiento	3	613,5	51,9
Pastoreo extensivo	6	235,6	19,9
Reserva forestal	Reserva Forestal	11,3	1,0
TOTAL		1182,2	100,0

Figura 14. Clasificación de tierras para riego, San Luis I y II

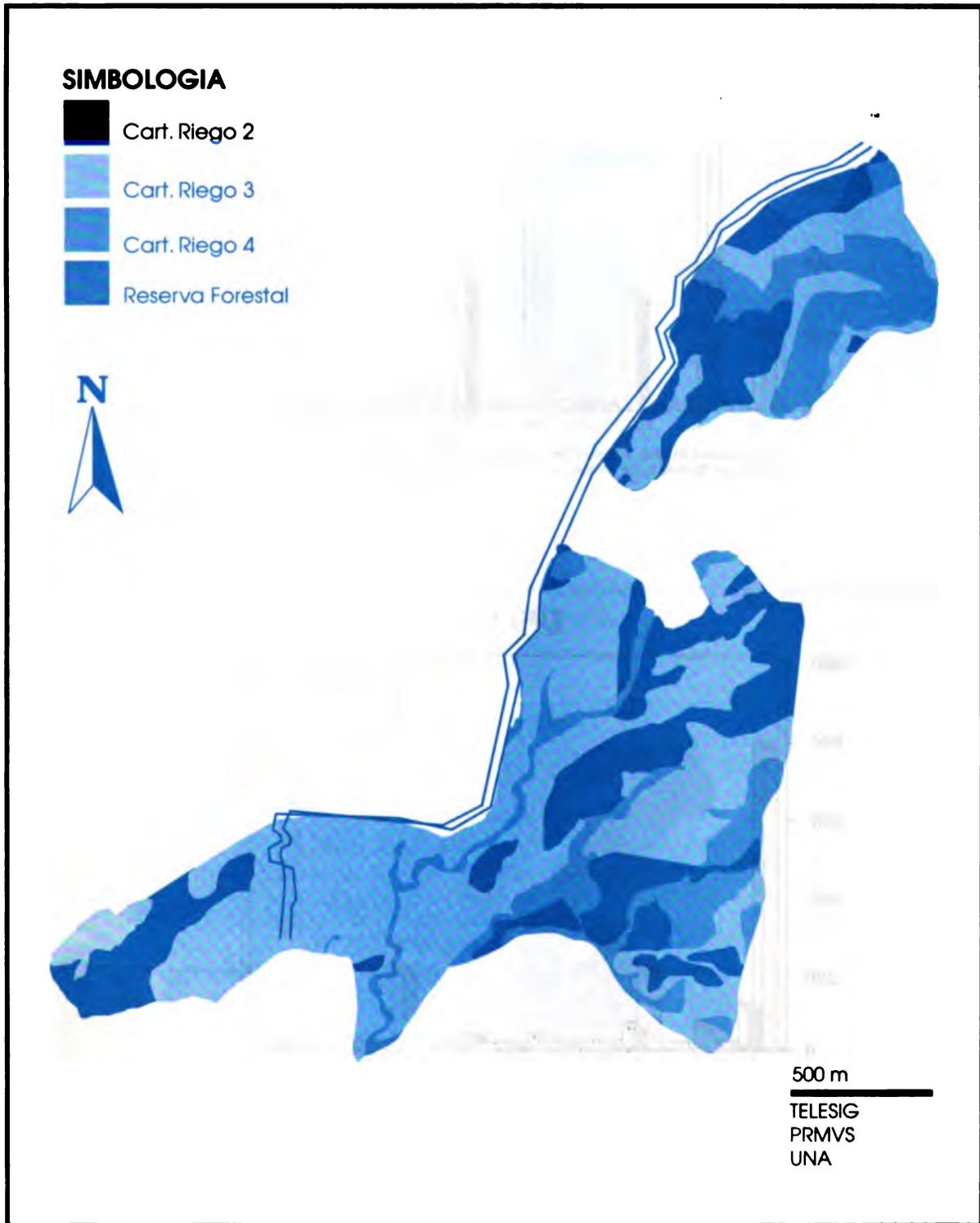


Figura 15. Evaluación del uso de la tierra en los asentamientos San Luis I y II

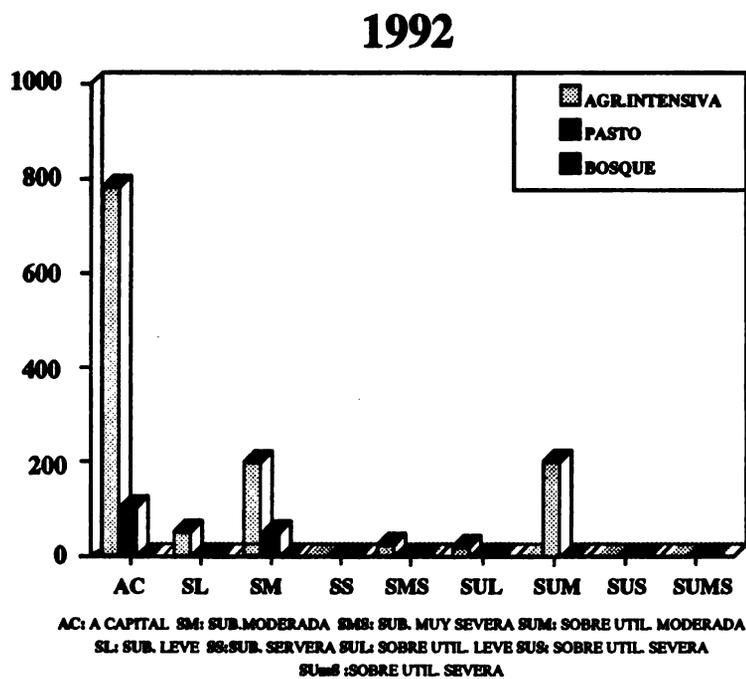
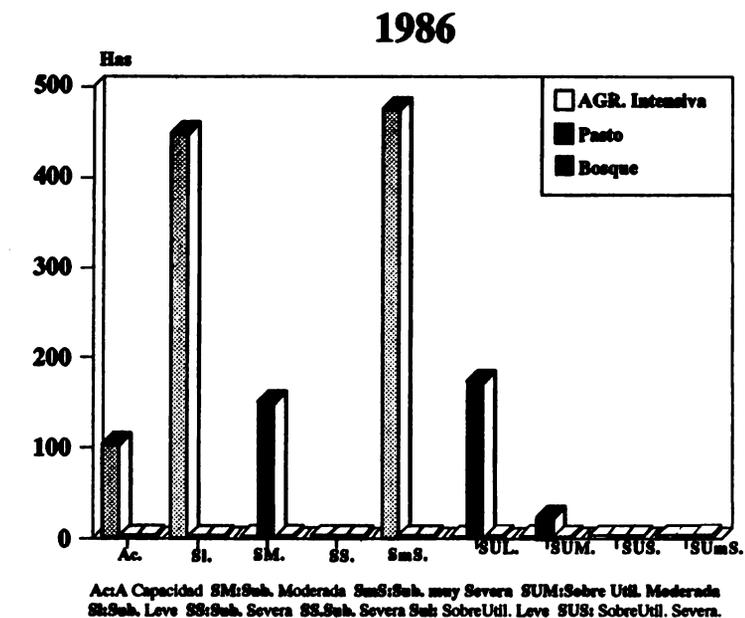


Figura 16 A. Evaluación de uso versus capacidad de uso para los asentamientos San Luis I y II, 1986.

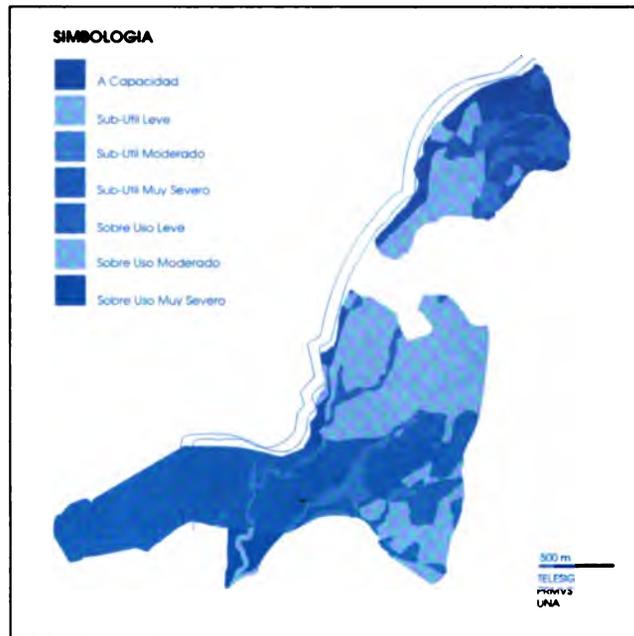
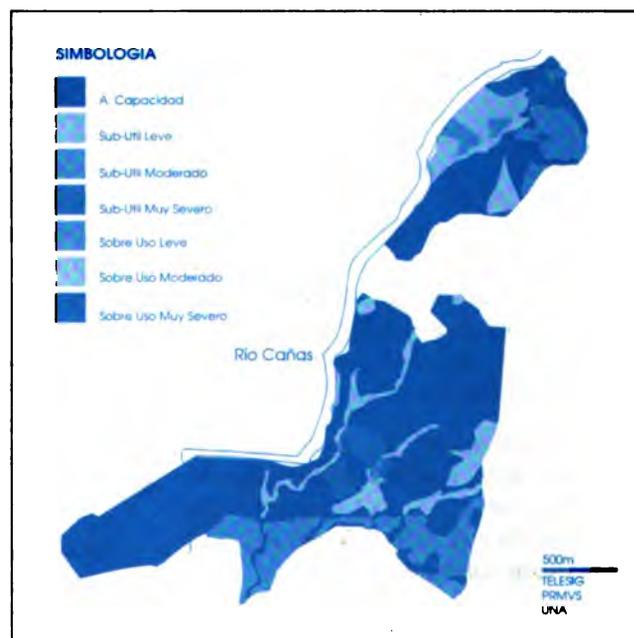


Figura 16 B. Evaluación de uso versus capacidad de uso para los asentamientos San Luis I y II, 1992.



Cuadro 17. Matriz de conflictos entre uso del suelo y capacidad de uso. San Luis I y San Luis II. (1986)

Uso del Suelo	Capacidad de uso ¹			TOTAL
	Agr. intensiva ²	Pasto ³	Bosque ⁴	
Pasto	Area: 166,1 ha Area %: 32 subutilización moderada-2	Area: 157,2 ha Area %: 48 subutilización leve -1	Area: 0,0 ha	31,3 ha
Agricultura permanente (caña)	Area: 421,4 ha Area %: 45 subutilización leve -1	Area: 115,6 ha Area %: 49 sobrecapacidad leve +1	Area: 0,0 ha	537,0 ha
Suelo sin vegetación*	Area: 45,8 ha Area %: 5 uso a capacidad	Area: 11,3 ha Area %: 5 sobrecapacidad moderada +2	Area: 7,5 ha Area %: 66 sobrecapacidad muy severa -4	64,6 ha
TOTAL	935,4 ha	235,6 ha	11,3 ha	1182,3 ha

1. Se eliminó la categoría "producción forestal" por estar ausente en la zona de trabajo.
2. Agricultura intensiva: incluye las categorías 2 y 3 de la clasificación de tierras para riego.
3. Pasto: corresponde a la categoría 6 de la clasificación de tierras para riego.
4. Bosque: áreas de protección.
- *: Se asumió que el área está dedicada al cultivo de arroz

De acuerdo con el cuadro 17 y las figuras 15 y 16, en 1986 un 8% del área con capacidad para agricultura intensiva se estaba utilizando a capacidad; un 45% presentaba una subutilización leve y el 47% restante, una subutilización muy severa. Un 8% de las áreas bajo pastos presentaban una sobrecapacidad moderada, un 49% una sobrecapacidad leve y un 43% una subutilización moderada. Un 34% del área definida como reserva forestal (margen derecha del río Cañas) estaba siendo utilizada según su capacidad y un 66% estaba siendo sobrecapacitada en forma muy severa.

En resumen, en 1986 un 6% del área (74,4 ha) estaba siendo utilizada según su capacidad, un 82% (967 ha) se estaba subutilizando y el 12% restante (140,8 ha) se estaba sobrecapacitando.

En 1992 (Cuadro 18 y Figs. 15 y 16) el área con capacidad para agricultura intensiva incrementó su uso a capacidad en un 75% con respecto a 1986; sin embargo,

todavía el 22% del área (206,2 ha) estaba siendo subutilizada. El 28,6% del área con capacidad para pastos presentaba una utilización a capacidad; el 5,7% una sobrecapacidad leve; el 52,2% una sobrecapacidad moderada y el 13,6% restante una subutilización leve. El área destinada a reserva forestal (en la margen derecha del Río Cañas) presentaba un uso a capacidad en un 44,2% y una sobrecapacidad severa en el 55,8% restante.

En resumen, en 1992 un 68% (801,4 ha) de las tierras se estaban utilizando según su capacidad, un 20% (238,3 ha) se encontraban subutilizadas y un 12% (142,5 ha) sobrecapacitadas.

Los cambios más importantes observados entre 1986 y 1992 en el patrón de uso de la tierra en San Luis I y San Luis II (Cuadro 19) son: un aumento de 61,5% (727 ha) en las tierras que se están utilizando a capacidad y una reducción de

Cuadro 18. Matriz de conflictos entre uso del suelo y capacidad de uso. San Luis I y San Luis II. (1992)

Uso del Suelo	Capacidad de uso ¹			TOTAL
	Agr. intensiva ²	Pasto ³	Bosque ⁴	
Agricultura limpio (arroz)	Area:726,7 ha Area %: 77,7 uso a capacidad	Area: 116,5 ha Area %: 49,5 sobreutilización moderada +2	Area: 0,0 ha	843,2 ha
Agricultura permanente (caña)	Area:40,2 ha Area %:4,3 subutilización leve -1	Area:13,5 ha Area %: 5,7 sobreutilización leve +1	Area: 6,3 ha Area %: 55,8 sobreutilización severa +3	60,0 ha
Pasto	Area:1412,3 ha Area %: 15,1 subutilización moderada -2	Area: 67,2 ha Area %:28,6 uso a capacidad	Area: 0,0 ha	208,5 ha
Sin vegetación	Area:2,5 ha Area %: 0,3 uso a capacidad	Area: 6,3ha Area %:2,7 sobreutilización moderada +2	Area: 0,0 ha	8,8 ha
Charral	Area:24,7 ha Area %: 2,6 subutilización muy severa -4	Area: 32,1 ha Area %:13,6 subutilización moderada +2	Area: 5,0 ha Area %:44,2 uso a capacidad	61,8 ha
TOTAL	935,4 ha	235,6 ha	11,3 ha	1182,3 ha

1. Se eliminó la categoría "producción forestal" por estar ausente en la zona de trabajo.
2. Agricultura intensiva: incluye las categorías 2 y 3 de la clasificación de tierras para riego.
3. Pasto: corresponde a la categoría 6 de la clasificación de tierras para riego.
4. Bosque: áreas de protección.

61,7% (728,7 ha) en las áreas que se estaban subutilizando. El porcentaje del área sobreutilizada se mantuvo en un 12%.

3. Bagatzí

Tanto en 1986 como en 1992, las 650 hectáreas del asentamiento de Bagatzí se mantuvieron bajo uso agrícola (parcialmente cultivadas con arroz y maíz). Es importante resaltar que, antes de que se estableciera este

asentamiento, el área estaba cubierta por bosques caducifolios de bajura. No existen cambios importantes en el uso del suelo. En cuanto a los conflictos de uso, no es posible determinarlos pues no existe un mapa de capacidad de uso para Bagatzí. Los pobladores del asentamiento desean mantener un anillo de árboles alrededor del pueblo, por lo que es de esperarse que el área boscosa aumente en el futuro (Plouvier, D. y Villarreal, M., 1993).

EFICIENCIA DE LA TIERRA, Y SU IMPACTO AMBIENTAL

El PRAT tenía como objetivo original integrar la utilización de los recursos suelo y agua en el Bajo Tempisque para crear un sistema de producción agroindustrial. Sin embargo, a lo largo de su desarrollo, desde que fuera aprobado (en 1979 mediante Decreto Ejecutivo y como Ley de la República en julio de 1983), y posteriormente, durante su operación, el PRAT ha sufrido diversos cambios en su filosofía: de ser un Proyecto de Desarrollo Rural Integrado pasó a ser un Proyecto de Agricultura de Riego (Villalta, 1992). La idea original de estado empresario dio paso a un modelo de desarrollo en el que la sociedad civil desempeñaría un papel protagónico y el Estado asumiría la función de ente contralor (abandonando su papel ejecutor)

Para lograr involucrar al conjunto de la sociedad civil en los objetivos del desarrollo, fue necesaria la puesta en marcha de acciones de orden legislativo, normativo e institucional que sirvieran de marco al Proyecto de Riego Arrenal Tempisque. De esta manera, la adjudicación de tierras, el apoyo técnico, y los procesos de educación y capacitación constituyen parte de las iniciativas que buscan dotar al sector campesino de un mayor nivel de competitividad.

Se parte aquí del principio de que la organización de las comunidades, en este caso en el medio rural, tiene un impacto positivo en su economía. Dicho impacto surge como resultado de un mejoramiento de las capacidades de sus miembros, lo que los hace más eficientes y eficaces, tanto en la organización como en el uso de los recursos disponibles.

Cuando las organizaciones del medio rural desarrollan sus potencialidades, los

alcances de su gestión trascienden la exclusiva esfera productivista y se tornan estratégicas para alcanzar un mejoramiento en la calidad de vida. Una de estas áreas la constituyen, precisamente, el mercadeo y la comercialización, tanto de los insumos para la producción como de los productos de la gestión económica de la comunidad.

Entre las ventajas que representa para el sector campesino la apropiación de mecanismos para adquirir insumos y para comercializar sus excedentes en forma eficiente, están la de disminuir, gradualmente, su dependencia de los servicios externos (generalmente provistos por el Estado y la empresa privada), y la de actuar en forma conjunta. Esta manera de desempeñarse los respaldaría en la adquisición de los siguientes logros :

- a. Adquisición de insumos a precios más bajos. Este logro tiene una ventaja adicional: cuando las organizaciones comunitarias actúan como compradores de insumos al por mayor, los volúmenes que adquieren les permiten disponer de esos insumos de manera continua, con todas las implicaciones positivas que ello representa para los procesos de producción.
- b. Posibilidad de realizar inversiones en conjunto: con ello se reduce el costo de aquellos bienes que no justifican su posesión individual (por ejemplo, maquinaria, sementales, electrificación, centros de acopio, centros de almacenaje y de comercialización, etc.) y se fomenta su uso colectivo. De esta forma, las comunidades de pequeños

productores podrán lograr una economía de escala y, si es necesario, podrán acceder a inversiones de mayor costo que los vuelvan competitivos frente a productores comerciales.

- c. Procesamiento e incorporación de valor agregado a la producción por medio de pequeñas unidades comunitarias que transformen los bienes primarios (agroindustriales, tejidos, bienes intermedios para la gran industria).
- d. Comercialización de sus propios productos para reducir los eslabones de intermediación y obtener, así, mejores precios de venta.
- e. Acceso eficiente y eficaz a los servicios de apoyo a la producción.
- f. Constitución de servicios propios con el fin de ofrecerlos a los miembros de la comunidad. De esta forma se generan nuevas formas de empleo para la mano de obra excedente, lo que, en el caso del medio rural, contribuiría a evitar la migración de la juventud.

En el caso específico del PRAT, los pequeños agricultores agrupados en los asentamientos creados por el IDA han comenzado a obtener resultados favorables en su gestión económica, todo ello gracias a las ventajas que ofrece el sistema de cultivo bajo condiciones de riego. Algunas de esas ventajas son:

- Le permite al agricultor regular la cantidad de agua que utiliza en sus cultivos, con lo cual se eliminan las pérdidas ocasionadas por la sequía.
- Es posible producir hasta dos cosechas anuales.
- Se facilita la diversificación de cultivos y la introducción de técnicas agronómicas más "amigables" al ambiente, como son la rotación de

cultivos y el manejo de materia orgánica (por ej., abonos verdes).

- Se aumenta la productividad de los cultivos y se da un mayor uso de tecnología moderna (por ej., nivelación de terrenos con láser).
- Se incorporan a la economía nacional grandes extensiones de terreno que por falta -o por exceso- de agua no se destinaban a la agricultura.
- Se generan empleos (en forma directa e indirecta).

Estos beneficios son visibles en los asentamientos campesinos que ha establecido el IDA en el área de estudio. Los nuevos propietarios se han ajustado a la economía agrícola monocultivista imperante en la zona, en donde la caña de azúcar y el arroz son los principales cultivos. Tanto en las áreas privadas como en los asentamientos del IDA, el uso de la tierra presenta el mismo patrón en cuanto a cultivos y técnicas agronómicas: en ambos sectores el cultivo de arroz anegado demanda un uso intensivo de insumos (fertilizantes y plaguicidas), así como prácticas agropecuarias altamente tecnificadas. Vale destacar que los productores de Bagatzí han alcanzado rendimientos superiores a los obtenidos en las haciendas circundantes (por ej., 186 qq al 14% de humedad en julio de 1992) y actualmente están utilizando un sistema láser para nivelar sus terrenos (Fallas et al., 1993).

Sin embargo, no se ha observado una diversificación de los cultivos (como sería de esperar en proyecto de riego que se lleva a cabo en áreas con una capacidad de uso muy diversa). Esto podría deberse a la ausencia de mercados, o bien, a la dificultad que enfrentan los pequeños productores para insertarse en los mercados existentes. Temas como la producción, el procesamiento y el mercadeo fueron considerados al inicio del proyecto (Bel Ingeniería, 1978); no obstante, con la desaparición de las

empresas estatales, estos componentes se encuentran a merced del libre mercado.

El plan maestro de regadío para la primera fase incluía la realización de estudios para instalar tres plantas agroindustriales, un sistema de producción de heno y un tercer proyecto relacionado con las actividades de CODESA (Bel Ingeniería, 1979). Estos planes no se concretaron y los agricultores han optado por dedicarse a los cultivos tradicionales.

Desde la perspectiva de la interacción entre proyectos de desarrollo y proyectos de conservación de la biodiversidad, el binomio Bagatzí-Parque Nacional Palo Verde presentó una interesante evolución en el período 86-92. En un inicio la relación entre el área protegida y los beneficiarios del IDA era antagónica: los nuevos agricultores eran percibidos como una amenaza para el parque. Sin embargo, actualmente los pobladores de Bagatzí trabajan en equipo con el personal del parque para controlar y eliminar incendios (quizás la amenaza más importante del parque); el personal del parque, por su parte, ha desarrollado programas de educación ambiental para motivar y concientizar a los pobladores sobre la importancia del parque y sus recursos naturales.

Un aspecto al que no se le ha prestado la debida atención es a la necesidad de fomentar la asistencia técnica y la investigación agronómica con el fin de desarrollar técnicas de cultivo sostenibles y, por lo tanto, menos impactantes en el medio. Este aspecto es válido tanto para los pequeños productores como para las grandes haciendas.

Algunos de los impactos más importantes ocasionados por el proyecto de riego son: la desaparición de áreas boscosas y sus recursos asociados (por ej., fauna menor, insectos, etc.), y, la transformación de un sistema agropecuario de bajo consumo de energía (uso extensivo) en uno de alto consumo,

caracterizado por un uso intensivo de agroquímicos y de técnicas mecanizadas.

Los impactos han podido percibirse en el corto y en el mediano plazo, como es el caso de los residuos de DDT, DDE, hexaclorobenzeno, heptacloro y endrin encontrados en los huevos de ocho especies de aves estudiadas en la isla Pájaros (Hidalgo, 1986) y en bivalvos de la especie *Anadara tuberculosa*, en el golfo de Nicoya (De la Cruz, 1989). Los suelos también pueden sufrir un impacto severo si las técnicas de riego (fangueo y manejo de niveles de agua) no son utilizadas correctamente.

A continuación se describen, de manera general, algunas de las externalidades más importantes de un proyecto de riego sobre el recurso suelo. A todas ellas se les debe prestar la debida atención (en el mediano y en el largo plazo) por cuanto, al alterar el ambiente, podrían llegar a representar, en su conjunto, costos muy superiores a los beneficios obtenidos.

Las modificaciones físicas, químicas y biológicas de los suelos

El exceso de agua en los suelos (por una dotación superior a la necesaria o por falta de infraestructura de drenaje y desagüe) reduce su permeabilidad, limitando la circulación del aire y consecuentemente, alterando la fisiología de las plantas. Además, los suelos excesivamente húmedos son más difíciles de trabajar: presentan resistencia a la penetración de las raíces y facilitan la proliferación y el desarrollo de hongos y bacterias fitopatógenas (IICA-MRREEF, 1985).

La ineficiencia en el uso del agua en las actividades agropecuarias constituye uno de los principales problemas en la operación de los grandes proyectos de riego: conduce a la utilización de cantidades superiores a las necesarias, creando, con ello, condiciones de

humedad que producen efectos como los descritos anteriormente. Por otra parte, el empleo ineficiente del agua limita la posibilidad de utilizar, de manera intensiva, tierras con verdadera vocación agrícola, haciendo que los campesinos, ejerzan presión sobre tierras que podrían destinarse a otros usos.

Además, el exceso de riego, aunado a un deficiente sistema de drenajes, induce procesos de empantanamiento que afectan la biota de los suelos y su estructura física y química.

Otro de los efectos físicos sobre el suelo está dado por la sedimentación. Este proceso es desencadenado por la erosión, la cual puede ser aumentada por la incorporación, a la actividad agrícola, de tierras de laderas. La erosión, a su vez, puede ser provocada por la pulverización o desmembramiento del suelo, como consecuencia de las prácticas que ocurren en las distintas fases de establecimiento y cosecha de un cultivo. Entre estas se encuentran:

- a. La denudación del suelo de su cobertura natural. Esta práctica expone al suelo, directamente, a la acción mecánica del viento, el cual provoca el barrido de materiales secos y no consolidados. El viento, en su contribución a los procesos de sedimentación, transporta los materiales más finos a kilómetros de distancia. Además, en áreas muy ventosas y desprovistas de barreras naturales, el establecimiento de cultivos puede verse gravemente afectado: la ausencia de estas barreras aumenta la velocidad de impacto de las gotas de agua, así como de materiales finos y gruesos, contra las estructuras blandas de las plantas, particularmente sensibles en sus primeros estadios,
- b. Por lo general, las laderas han sido utilizadas para el pastoreo animal, pero para ello, se ha recurrido a la eliminación de su cobertura vegetal

natural. En las laderas, el pisoteo continuo resulta altamente lesivo a la estructura del suelo (por los volúmenes de desprendimiento) y lo expone a que sea arrastrado por el viento o por el agua.

- c. La incorporación de maquinaria en las labores agrícolas contribuye a la compactación y a la pulverización de los suelos. En este último caso los vuelve más susceptibles al arrastre mecánico.

Si a las situaciones anteriormente descritas se agrega el riego (en cualquiera de sus modalidades) particularmente en terrenos empinados, se generará un aumento en la cantidad de material que es objeto de arrastre mecánico. El transporte de estos sedimentos -y su posterior depósito- va a perjudicar la estructura de los suelos, reduciendo su capacidad de infiltración, afectando obras de infraestructura, vías de navegación, fuentes y sistemas de potabilización de agua, y obstruyendo drenajes naturales. Esto último favorece la inundación (ya sea de áreas pobladas, silvestres o cultivadas) y la ocurrencia de enfermedades que encuentran su génesis en aguas estancadas.

La salinización de los suelos es también un problema recurrente en las áreas sometidas a regadío. Este proceso se ve acentuado porque el agua utilizada, en una alta proporción, regresa a la fuente de suministro (por los sistemas de drenaje o por infiltración). El excesivo uso de agua de riego contribuye a la salinización de los suelos, por cuanto eleva el nivel freático, dando lugar a un ascenso capilar de agua, y consecuentemente, a una salinización secundaria.

La alcalinización de los suelos (por concentración relativa de Sodio y cationes divalentes en el agua de riego), afecta, con diferentes grados de intensidad, el ordenamiento espacial de las partículas del suelo. Este efecto, que es dispersante, tiende a sellar, total o parcialmente, la

superficie del suelo impidiendo la infiltración del agua de riego, y con ello, el intercambio gaseoso entre la atmósfera y el perfil del suelo. Su efecto sobre las plantas se manifiesta en un menor desarrollo del sistema radicular, lo cual incide negativamente en sus capacidades productivas y reproductivas.

Los cambios físicos y químicos de los suelos, promovidos o exacerbados por el riego, alteran, no solo el equilibrio de las poblaciones de organismos y microorganismos necesarios para la vida vegetal, sino los procesos bioquímicos derivados de ellos: descomposición de materia orgánica y formación de suelos.

Modificaciones en las fuentes de agua: variaciones en la calidad

Las modificaciones causadas en las fuentes de agua tienen un efecto variado

sobre su calidad. Siendo que una buena parte del agua utilizada en riego vuelve a su origen, ésta incorpora una mayor proporción de sales. Como resultado, se verá afectada la condición de los suelos en los que esa agua es nuevamente utilizada, y, además se reducirán las posibilidades de darle otros usos. Además, el aumento de la salinidad del agua aumenta la presión osmótica en detrimento de la vida vegetal y animal que se encuentra en las fuentes de suministro.

Las fuentes de agua también pueden contaminarse por aguas servidas o por agroquímicos, principalmente los que incorporan plomo, cobre y altas concentraciones de nitrato y fosfato. Los procesos de lavado de suelo llevan estos agentes hasta las fuentes de suministro de agua, dañando las condiciones ecológicas de ríos, lagos y acuíferos, y limitando otros usos que se le pueden dar al agua, como consumo animal y humano.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El PRAT surgió como una iniciativa estatal para superar tres limitantes. Una de carácter natural : la sequía, y dos de carácter socioeconómico: la concentración de la tierra y un sistema agropecuario de baja productividad. La meta final del proyecto era elevar el nivel de vida de sus beneficiarios y, a la vez, integrar espacialmente la utilización de los recursos suelo y agua.

Durante el período 1986-1992 el uso del suelo en el entorno que rodea el PRAT sufrió una reducción de 3745 ha de pastos, así como un aumento de 2742 ha en vegetación arbustiva y pastos; el área agrícola también aumentó en 844 hectáreas. Los datos demuestran una ligera restauración de los ecosistemas naturales, si consideramos los pastos con árboles y la vegetación arbustiva como una primera etapa en el proceso de sucesión natural. Sin embargo, dadas las técnicas de manejo de pastos en Guanacaste es probable que las áreas con vegetación arbustiva y pastos pasen a ser nuevamente pastos y no continúen el proceso de sucesión hacia bosques.

Las zonas de bosque se mantuvieron prácticamente inalteradas, con las áreas más importantes confinadas a las zonas protegidas (Palo Verde y Lomas de Barbudal). Otros parches importantes se localizan en las Filas Nambiral, Las Lomas, Pedregosa, los cerros Cabeza de Vaca, y a lo largo de los ríos Piedras, Corobicí, Tenorio y la quebrada La Mula. El bosque de la quebrada La Mula, aunque pequeño en extensión (200 ha), juega un papel importante como corredor biológico entre el PNPV, la fila Nambiral y Lomas de Barbudal.

Un aspecto que dificulta la regeneración y la conservación de las áreas boscosas en el área del PRAT es que sus propietarios no perciben ningún beneficio económico del bosque.

El proyecto ha transformado zonas que antes se encontraban bajo cobertura leñosa (bosques, tacotales y charrales) en un sistema de agricultura bajo riego. La mayor parte del área estaba dedicada a la ganadería extensiva y por lo tanto, fueron pocos los parches de bosque de importancia biológica que se eliminaron. Sin embargo, la tala de árboles dispersos y de pequeños bosquetes ha reducido el hábitat de aves, reptiles y mamíferos, y ha aumentado el de especies-plaga (como el coyote, por ejemplo).

El Parque Nacional Palo Verde y la Reserva Biológica Lomas de Barbudal se ubican en el corazón del proyecto de riego. Estas áreas protegidas se caracterizan por su alta diversidad de aves rapaces, acuáticas y vadeadoras. El proyecto puede afectar negativamente las poblaciones de dichas aves, no sólo por la pérdida de hábitat sino por el uso de plaguicidas. En el pasado se han encontrado altas concentraciones de residuos de DDT y sus metabolitos en el cigüeñón (*Mycteria americana*); así como residuos de compuestos organoclorados - especialmente DDT y DDE - en los huevos de aves acuáticas que anidan en la isla Pájaros. El Parque Nacional Palo Verde es, junto con Santa Rosa, el sitio con el mayor número de especies rapaces en Costa Rica. Al ser estas aves depredadoras de alto nivel trófico pueden ser impactadas seriamente por los plaguicidas que afectan a sus presas (pequeños mamíferos).

Los asentamientos ubicados en la fase I del PRAT siguen un patrón de explotación agrícola de monocultivo. El asentamiento de Bagatzí está dedicado en su totalidad al cultivo de arroz. En La Guaria, Paso Hondo y Ampliación Paso Hondo se observó, entre 1986 y 1992, un aumento de 163 hectáreas en el área dedicada a arroz y de 203 hectáreas en el área dedicada a caña de azúcar. Asimismo, se observó la eliminación de 119 hectáreas de bosques y una reducción de 120 hectáreas de pastos. Los charrales también disminuyeron en 121 hectáreas.

En los asentamientos San Luis I y San Luis II se observó un aumento de 271 hectáreas en el área dedicada al cultivo de arroz y una reducción de 341 hectáreas en el área dedicada a pastos. El área de charral aumentó en 33 hectáreas y el suelo sin vegetación se redujo en 22 hectáreas.

El predominio de los monocultivos puede explicarse parcialmente debido a su facilidad de comercialización: es más difícil comercializar productos no tradicionales ya que su mercado es limitado (ferias del agricultor, intermediarios, mercados internacionales). El arroz y la caña de azúcar, en cambio, tienen la comercialización asegurada en las arroceras de Liberia (por ej., en El Pelón de la Bajura) y en el Ingenio Taboga (Brenes y Van der Poel, 1990).

En 1992 los conflictos de uso de suelo eran más serios en La Guaria, Paso Hondo y Ampliación ya que sólo un 44% del área era utilizada a capacidad; en contraste, en San Luis I y San Luis II el porcentaje era de 68%. El área subutilizada era de 20% en San Luis (I y II) y de 35% en La Guaria y Paso Hondo. El sobreuso en San Luis (I y II) era de 12%, en tanto que en La Guaria y Paso Hondo era de 21%.

RECOMENDACIONES

Las transformaciones del espacio rural promovidas por el proyecto son

bastante drásticas, en efecto, ellas han modificado las principales relaciones entre los recursos suelo, agua, cobertura vegetal. Las tendencias en los indicadores básicos de los recursos naturales renovables muestran, inapelablemente, que es imprescindible adoptar no solo medidas preventivas sino otras de recuperación de dichos recursos.

Con el propósito de contribuir a la definición de nuevos mecanismos institucionales, así como al diseño de un conjunto de instrumentos de política que apunten a la gestión sostenible del territorio en cuestión, se plantea un grupo de recomendaciones básicas. Estas recomendaciones, giran, fundamentalmente, alrededor del diseño e implantación de un sistema de planificación regional sostenible y de monitoreo participativo del manejo del agua y del suelo.

Este sistema, cuyo objetivo práctico sería realizar ajustes en aquellas prácticas poco amigables con el medio ambiente, podría involucrar a los centros universitarios regionales, y, además, debe ser concebido como un instrumento para la planificación y el ordenamiento de todo el espacio rural ocupado por la cuenca del Arenal (no sólo el área del proyecto). Además, este enfoque debe incluir también aquellas áreas ocupadas por centros urbanos, ya que comienzan a aparecer algunas señales de fatiga ambiental debido al uso del agua en diversas actividades: agricultura, uso urbano y algunas agroindustrias.

Los principales productos y actividades propuestas son:

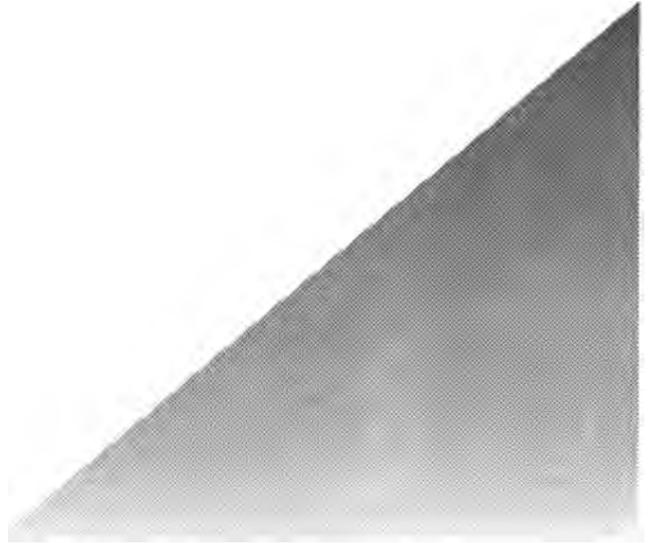
- a. Establecer un programa de investigación aplicada y de planificación regional que permita relacionar la región con las transformaciones mayores que inducen el desarrollo económico nacional. Como parte de esto, es preciso evaluar el impacto de las transformaciones productivas en la sociedad local y en el manejo de

- los recursos naturales renovables, especialmente suelo, agua y cobertura vegetal. Una unidad de este tipo serviría para evaluar el impacto de fenómenos ambientales como "El Niño".
- b. El enfoque conceptual que oriente el programa de investigación aplicada debería incorporar las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social, institucional/política y ecológica. Es más, este programa servirá de fundamento para diseñar propuestas coherentes de desarrollo regional sostenible.
- c. Estudiar el impacto productivo, económico, social y ambiental del monocultivo en los asentamientos La Guaria, Paso Hondo, Ampliación y San Luis I y II (fase II del estudio de evaluación de tierras), y, sus efectos a nivel regional.
- d. Como parte de la planificación regional se hace necesario generar mapas de zonificación agrícola, a nivel de parcela y para cada asentamiento. Esta acción deber ir acompañada de talleres para los parceleros, con el propósito de que tomen conciencia de la importancia de darle un manejo racional a sus tierras.
- e. Incrementar el proceso de monitoreo de la calidad del agua servida proveniente de las áreas irrigadas y que fluye posteriormente a los humedales del Parque Nacional Palo Verde.
- f. Evaluar el impacto del fangueo en las propiedades físicas del suelo. El fangueo reduce el número y la densidad de las malas hierbas que germinan en los bancales, lo que, a su vez, reduce los requerimientos de herbicidas ; sin embargo, puede tener un impacto negativo en el suelo (por ej., compactación).
- g. Cuantificar la eficiencia en el uso de agroquímicos en la zona bajo irrigación y evaluar sus posibles externalidades medioambientales negativas.
- h. Consolidar un programa de monitoreo del nivel freático en el área del PRAT.
- i. Monitorear los niveles de amonio, metales pesados y plaguicidas en las aguas servidas.
- j. Establecer un área de amortiguamiento alrededor del Parque Nacional Palo Verde.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Bel Ingeniería S.A. y Bookman-Edmonston Engineering Inc. 1979. Factibilidad de riego para 20.000 hectáreas. San José, Costa Rica.
- _____. 1978. Proyecto de riego de la cuenca baja del Río Tempisque. Plan maestro. San José. Costa Rica. 222 p. y 9 mapas.
- Brenes, C. y Van der Poel, P. 1990. Diagnóstico Rural Rápido en asentamiento del IDA de la Región Chorotega. Proyecto Forestal IDA-FAO-Holanda, Liberia, Guanacaste. pp 76-79.
- Burrough, P.A. 1986. Principles of geographic information systems for land resources assessment. Monographs on Soil and Resources Survey, No.12. Oxford University Press. 193 p.
- Centro Científico Tropical. 1992. Metodología para la Evaluación Rápida del Medio Ambiente para el Desarrollo Rural. San José, Costa Rica. 79 p.
- _____. 1885. Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José. 66 p.
- Chivieco, E. 1990. Fundamentos de teledetección espacial. Rialph, Madrid. 453 p.
- Costa Rica. 1991. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. Dirección General Forestal, San José. 61 p.
- _____. 1986. Informe de proyecto. Proyecto de riego Arenal-Tempisque. II etapa (CR-0039). Documento del Banco Interamericano de Desarrollo. San José, Costa Rica.
- Corson, R.J. 1990. Roots, users manual. Harvard University. Graduate School of Design. Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis. Conservation International. Washington, D.C. 152 p.
- De la Cruz, E. 1989. Organochlorine and total mercury in the Anadara tuberculosa bivalve and other species from the Nicoya Gulf, Costa Rica. M.Sc Thesis. Univ. de Bruselas, Bélgica.
- Eastman, J.R. 1992. IDRISI, version 4.0. Users Guide. Clark University, School of Geography. Worcester, Massachusetts, USA. 178 p.
- Fallas, J. et al. 1993. Estudio de los posibles impactos del proyecto de riego Arenal-Tempisque sobre el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. Informe Final. Programa Regional de Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 130 p.
-

- FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos de la FAO No. 32. Roma, Italia. 65 p.
- Green, K, Kempa, D. and Lackey, L. 1994. Using remote sensing to detect and monitor land-cover and land-use change. PE&RS Vol. LX (3): 331-337.
- Hidalgo, C. 1986. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectados durante 1983-1984 en la Isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag. Scientae. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 89 p.
- Klingebiel, A.A. y Montgomery, P.H. 1965. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Trad. por J.F. Valencia. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica. 28 p.
- León, J. 1948. Land utilization in Costa Rica. Geographical Review 38 (3): 444-456.
- Peterson, A.W. y West, W.M. 1953. Agricultural regions of Costa Rica. San José, C.R. IICA. 35 p. Publicación miscelánea No. 4.
- Plouvier, D. y Villareal, Max. 1993. Plan de Manejo del Anillo de Protección de Bagatzf. IDA-FAO, Liberia, Guanacaste.
- Richters, E. 1987. Monitoreo de Uso de la Tierra En: Memoria del Taller "Metodologías de Clasificación de capacidad de uso de la tierra". CATIE. Tegucigalpa, Honduras.
- _____. 1987. Evaluación de las tierras y su uso: el contexto histórico. En: Memoria del Taller "Metodologías de Clasificación de capacidad de uso de la tierra". CATIE. Tegucigalpa, Honduras. p. 1-9.
- Rodríguez, M. y Zand, B. 1987. Uso de imágenes de satélite, sistemas de información geográfico y visitas de sitio para valorar la efectividad conservacionista en especies fanísticas: El estudio base en el parque nacional Palo Verde en Costa Rica. América Central. En: I Conferencia Latinoamericana sobre Informática en Geografía. 5-9 de octubre de 1978. San José, EUNED. pp. 506-543.
- Romero, F.C. 1993. Carta dirigida al señor Carlos Salas. Area de Conservación Tempisque. San José, Costa Rica. 3p.
- SENARA. 1989. Mapas de Clasificación de Tierras para Riego, asentamientos La Guaria, Paso Hondo, Ampliación Paso Hondo, San Luis I y San Luis II. Escala 1:10000.
- Tung, F y Ellsworth L. 1987. Land Cover Change Detection with Landsta MSS and TM data in the Kitchener, Waterloo Area, Canada. En: Image Data Processing. Baltimore, Maryland, Vol. 6, pp 81-89.
- Villalta, V.O. 1992. Estructura General y Orientación del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Avance 85, Instituto de Investigaciones Sociales, UCR. San José, Costa Rica. 31 p.
- William, R. et al. 1987. Landcover Change Detection using a GIS Features based Clasification of Landsat TM data. En: Image Data Processing. Baltimore, Maryland, Vol. 6, pp. 112-130.
-



CAPITULO III

LA EFICIENCIA EN EL MANEJO DEL AGUA

Humberto Pizarro

Sergio Sepúlveda

I. INTRODUCCION ⁵

Desde la antigüedad, el riego ha sido uno de los principales instrumentos utilizados para incrementar la producción agrícola. El continuo desarrollo del conocimiento acerca del sistema suelo-agua-planta, ha venido definiendo, de manera cada vez más precisa, su forma de empleo en los cultivos. El uso adecuado de las técnicas de riego por parte de algunas naciones se ha traducido en una serie de ventajas, entre ellas: capacidad de disponer de cantidades suficientes de alimentos para una población creciente, acceso a excedentes agrícolas para su comercialización en mercados externos, y, una mayor estabilidad en la oferta de empleo agrícola. Lo anterior se ha logrado, en parte, gracias a la incorporación de tierras consideradas estériles (por su limitada disponibilidad de agua), al incremento de la producción y a la continuidad en los ciclos de explotación agrícola.

Sin embargo, al mismo tiempo, amplias extensiones de suelo, fértiles y productivas, al ser sometidas a riego, pierden día a día su potencial, afectadas por el mal drenaje y la salinidad. Los efectos de una mala gestión del recurso hídrico llevan no solo al abandono de tierras alguna vez valiosas y productivas, sino a la posterior inversión de importantes cantidades de recursos con el propósito de rehabilitarlas. La ineficiencia en el uso del agua adquiere expresión, además, en el uso excesivo de este recurso, lo que, a la postre, limita su disponibilidad para otros cultivos y para otros usos.

La presión mundial sobre la producción de alimentos sumada a la

creciente escasez del recurso hídrico y a su pérdida de calidad, están obligando a mejorar el manejo del agua y a adoptar una visión de uso múltiple de este recurso, como elementos clave en la gestión de sistemas de aprovechamiento.

En este capítulo, y utilizando el PRAT como contexto, se pretende mostrar un sistema de trabajo que reduzca al mínimo las pérdidas causadas por el uso deficiente del agua. Los aportes de este instrumento metodológico deben visualizarse en un marco holístico, el cual involucra una gran variedad de esfuerzos y recursos. En este sentido, es necesario comprender que al desaprovechar el agua se está poniendo en peligro toda una cadena de recursos naturales (vegetales, animales, minerales, etc.), y se está derrochando un gran aporte energético y social (nacional y regional) dedicado, precisamente, a garantizar su disponibilidad.

En las zonas subtropicales -como en la que se ubica el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT)-, el agua se transforma en un elemento escaso durante los meses de diciembre a mayo, por lo que se hace necesario recurrir a diversos sistemas de riego para continuar con la actividad agrícola⁶. De hecho, la intensificación en el uso de los recursos naturales y de los bienes de capital incorporados en la producción agrícola requiere de diversas alternativas técnicas para superar los déficits estacionales de agua. Entre estas alternativas están:

1. Aquellas relacionadas con la búsqueda de fuentes alternativas de agua: la extracción del agua del subsuelo mediante el bombeo, la

⁵ Este capítulo tiene como base los estudios realizados por Humberto Pizarro, consultor del Proyecto IICA-CIID

⁶ Palacios et al. introducción a la teoría de la operación de los distritos y sistemas de riego. 1989

derivación del agua de un río o lago de otra cuenca. Trasvases de otras vertientes.

2. Aquellas que buscan optimar el uso de los recursos disponibles. Se incluyen aquí: la formación de reservorios aéreos (aprovechando las depresiones naturales), la construcción de represas, y la alimentación de acuíferos. En estos casos, se regula el uso del agua de manera que la superficie por cultivar y la época de aplicación de los riegos se determine en función del volumen de agua disponible.
3. Incorporación de ordenadores que regulan el suministro de agua a las plantas, de acuerdo a los contenidos de humedad. Estos mecanismos se activan cuando el contenido de humedad en el suelo se reduce al nivel mínimo tolerable por las plantas. Con este tipo de artefactos, se logran eficiencias cercanas al 100% en el uso del agua.
4. Otra alternativa es el uso de riego mecanizado: aspersión, gota a gota, a baja presión; sistemas todos que dosifican los volúmenes de agua aplicados.

La precipitación, la infraestructura y el aprovechamiento del agua en el área de influencia del PRAT

En el área agrícola del PRAT, la evaporación anual supera los 2500 mm y la precipitación varía entre 1300 mm y 1700 mm anuales. Esta última tiene una distribución bimodal, comienza en mayo y termina en noviembre, con una sequía que se extiende de fines de junio a comienzos de agosto. Hay dos picos de lluvia máxima: en mayo y en octubre. Las figuras 1, 2 y 3 confirman que la agricultura intensiva depende, sin lugar a dudas, del riego.

El riego se hace posible gracias a la infraestructura construida para aprovechar los 1400 millones de metros cúbicos que, en promedio, se transfieren de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico empleando el reservorio de la laguna Arenal, y que permiten la generación de hidroenergía en cascada en las tres centrales: Arenal (157.4MW), Corobicí (174,MW) y Sandillal (32 MW). Esta última posee un reservorio cuyo volumen útil es de 5.15 millones de m³, lo cual, por su capacidad de almacenamiento diario, le confiere flexibilidad al aprovechamiento de la masa de agua para riego⁷.

La presa de derivación Miguel Pablo Dengo, ubicada en el río Magdalena y los canales del Sur (30 m³/s) y del Oeste (55 m³/s) constituyen la infraestructura principal del sistema de riego del Distrito Arenal. Los estudios relacionados con el "Plan Maestro para el Desarrollo de la Cuenca baja del Río Tempisque-Bebedero"⁸, indican que en este sistema existen 60.000 ha regables por gravedad (Figura 4).

En 1984 entraron en funcionamiento los primeros 8.5 km del canal del Sur, lo que permite el riego del área de Paso Hondo (incluyendo La Guaria-Corobicí y Ampliación Paso Hondo). Con aguas del río Cañas y un trasvase del Canal Sur se riega San Luis; Bagatzí se riega con las aguas del río Piedras. La Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) se riega mediante una captación en el río Higuéron.

En el área de la primera etapa se cultiva predominantemente: arroz, caña de azúcar y pastos; cultivos que en 1991 cubrieron el 97% de la superficie cultivada. En los dos ciclos el arroz ocupó 5237.22 ha, un poco más del 68% de la superficie anual cultivada.

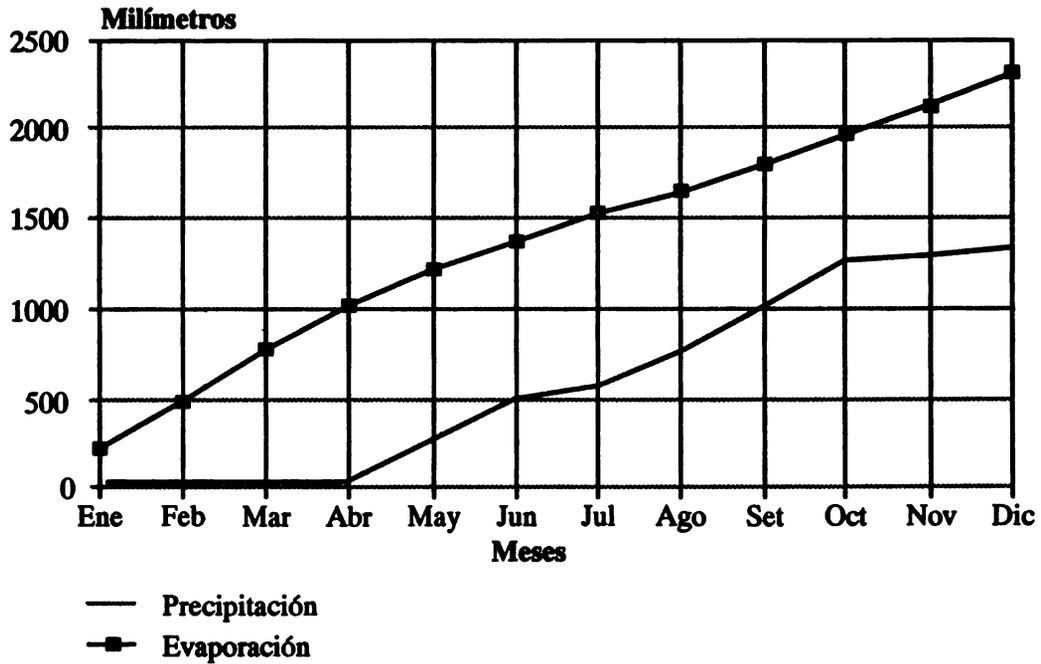
El agua y el cultivo de arroz en el PRAT

Se ha constatado que el arroz que se siembra en el área de influencia del PRAT

⁷ ICE. Proyecto Hidroeléctrico Sandillal. 1986

⁸ IICA-CEPPI. Actualización del Plan maestro del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. 1993

**Figura 1. Precipitación y evaporación acumulada
Estación Taboga, 1991.**



**Figura 2. Precipitación y evaporación mensual
Estación Taboga, 1991.**

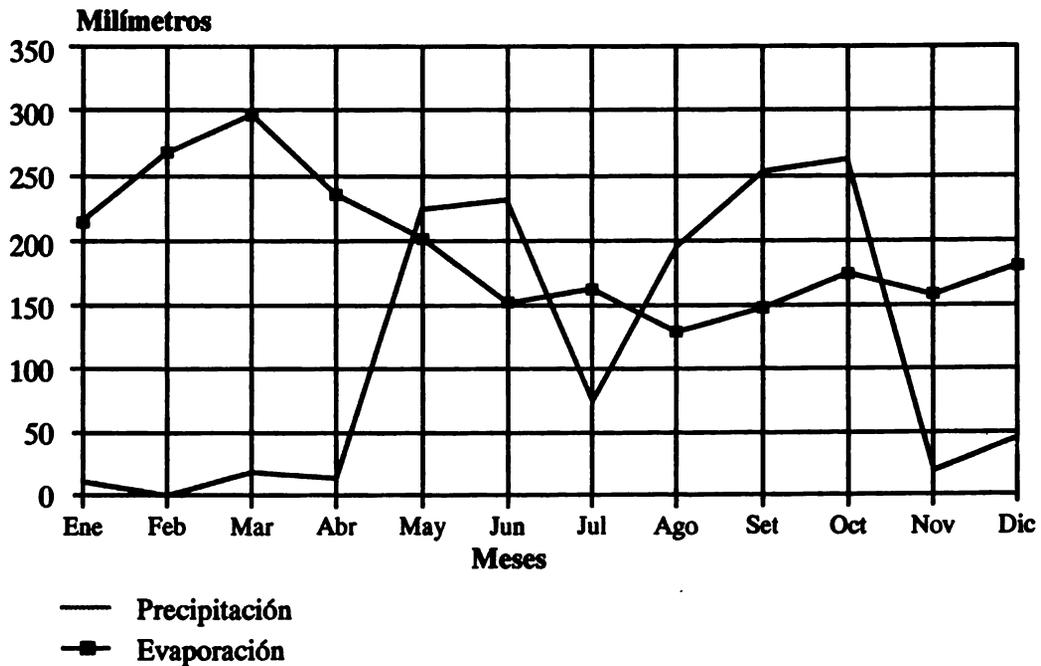


Figura 3. Precipitación y evaporación mensual Estación Taboga, 1991.

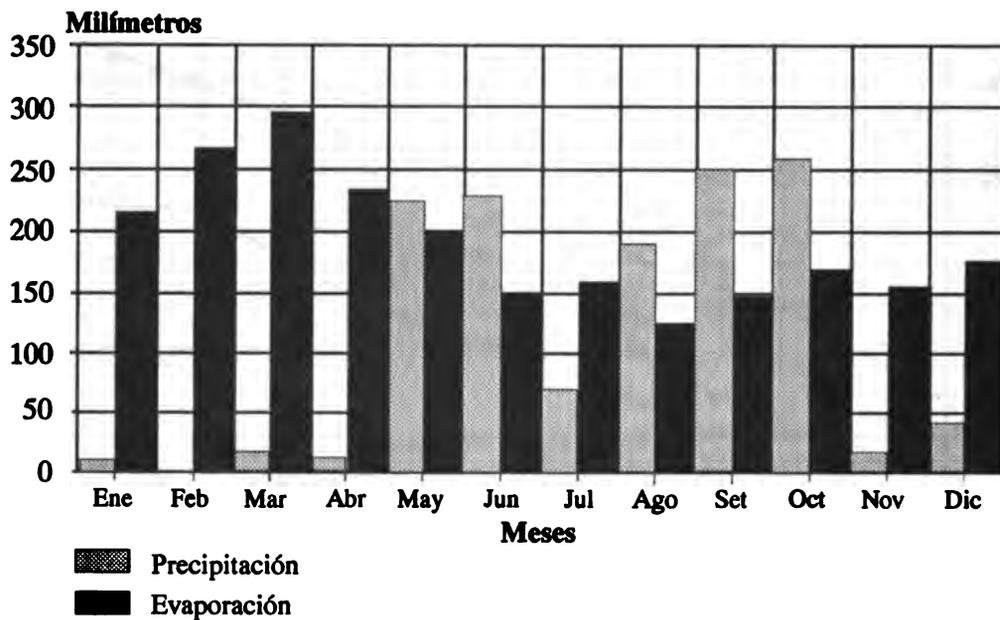


Figura 4.



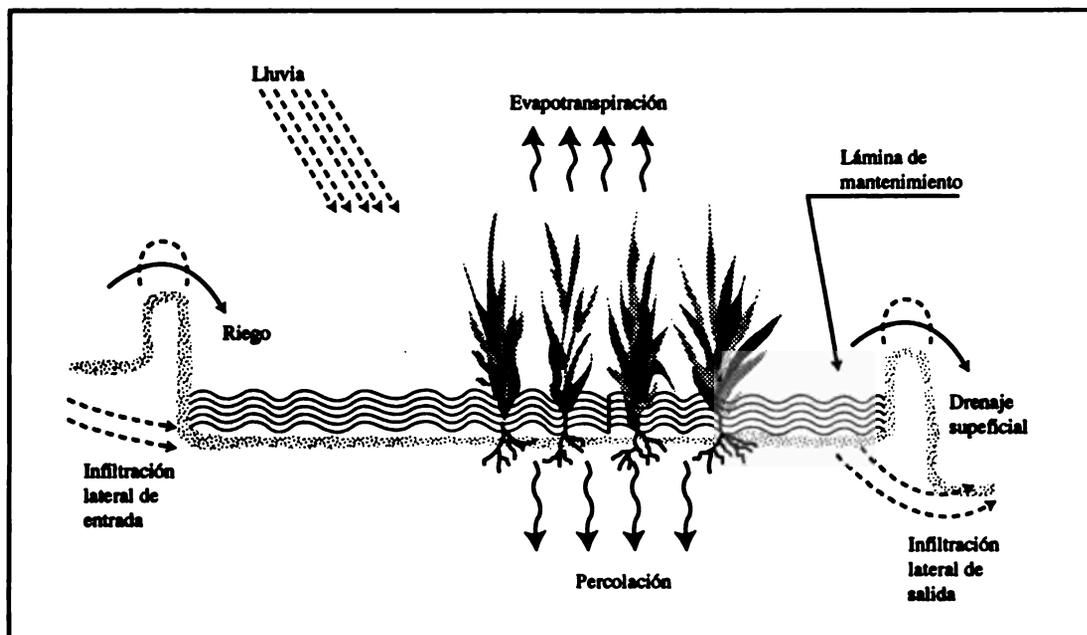
consume altas cantidades de agua⁹. Este elemento es especialmente importante durante el primer ciclo cuando la humedad requerida es aportada por el riego. A continuación se enumeran algunos elementos importantes en relación con la utilización de este recurso.

1. Fisiológicamente, el arroz requiere para su crecimiento condiciones de saturación; de allí la utilización de una lámina permanente durante una gran parte de su período vegetativo (alrededor del 70% del tiempo). Esta altura de agua sobre el suelo, denominada por los productores de arroz como "lámina de mantenimiento" (Figura 5), se logra con el agua circulando continuamente: en algunos casos, su caudal llega a ser de 3 litros por segundo por hectárea. Los lotes que se riegan miden de 10 a 20 hectáreas, consecuentemente, el caudal de salida es de 30 a 60 litros por segundo.
2. Cuando para el cultivo de arroz se emplean suelos con alta velocidad de infiltración, la pérdida de agua por percolación profunda es significativa. Por ejemplo, si un suelo tiene una velocidad de infiltración de 1cm/día, esto equivale a 100 m³/ha/día o 3000 m³/ha/mes; si este suelo permanece inundado por 90 días, el consumo de agua, por este concepto y durante ese tiempo, alcanza los 9000 m³/ha.
3. Debido a que la superficie del suelo de las terrazas, bancales o entre curvas a nivel no está perfectamente nivelada, se presentan zonas con depresiones donde la altura de agua es mayor. El manejo de la lámina requiere una mínima altura de agua sobre el suelo de 0.10 m. Los lugares de menor nivel tendrán láminas de mayor altura, es decir un mayor volumen de agua aplicado.
4. El volumen de agua también es función del caudal empleado para regar el lote. Por lo general este caudal es cuantioso (40 ó 50 l/s), lo cual, sumando a una pendiente superficial fuerte hace que el agua adquiera una velocidad considerable y forme una escorrentía superficial que en algunos momentos puede alcanzar los 30 l/s. Esto produce elevados volúmenes de consumo de agua. Sin embargo, el Distrito de Riego Arenal no impone limitaciones en cuanto al uso del agua.
5. Usos adicionales del agua de riego: a) refrigerante: el agua circula permanentemente por la parcela para contrarrestar el efecto de la alta temperatura; b) Herbicida: control de malezas por ahogamiento; c) protege al arroz contra el ataque de ratas; d) crea condiciones favorables para el trabajo de la maquinaria, debido a que los suelos son arcillosos.
6. En el Distrito Arenal, el usuario le otorga poco valor al agua de riego ya que su costo es por superficie regada y no por volumen de agua recibido; es decir, la tarifa depende del número de hectáreas regadas. Hay que resaltar, también, que el costo del servicio de riego es muy pequeño comparado con el costo de los otros insumos que se emplean en la producción. Esto explica por qué no se emplea mano de obra para supervisar el manejo del agua, y garantizar, así, su uso racional.
7. La capacitación en riego y manejo del agua, que es responsabilidad de los técnicos vinculados a la Transferencia de Tecnología en Agricultura de Regadío¹⁰, no ha sido impartida de acuerdo con las necesidades y demandas de los agricultores. Esto aunado a las normativas de consumo de agua descritas arriba, ha provocado que

⁹ La evaporación en la zona es alta, especialmente en verano: de enero a mayo llega a 1308 mm (12mm equivalen a 1308/m³/ha)

¹⁰ Pizarro, C. Principios fundamentales para la planificación de la agricultura de regadío en el Distrito Arenal. 1993

Figura 5. Esquema del riego en arroz



el recurso agua sea utilizado ineficientemente por parte de los parceleros.

época el agua de riego es complementaria y el volumen aplicado es menor; sin embargo, su presencia favorece un mayor rendimiento.

Modalidades de siembra

El cultivo de arroz en el área del PRAT tiene un período vegetativo que varía entre 120 y 150 días, dependiendo de la variedad utilizada, de la época de siembra y de la disponibilidad de agua, y es posible obtener dos cosechas al año. La época de siembra varía según el ciclo; en el primero se extiende desde noviembre hasta febrero y en el segundo, desde junio hasta agosto. Juega un papel importante la disponibilidad de agua y la presencia del viento en los meses de noviembre a febrero.

La siembra se efectúa sobre terreno seco o inundado (esta última forma es muy generalizada en el área), y es precedida de un procedimiento de preparación de terreno denominado fangueo. La semilla se siembra pregerminada.

Durante el primer ciclo la siembra se realiza en seco (la cosecha se obtiene exclusivamente con agua de riego); en el segundo ciclo, con la presencia de la lluvia, predomina el fangueo. En esta

La diferencia fundamental entre las formas de siembra señaladas está en la preparación del terreno y en la germinación de las plantas. A partir de la aplicación de la lámina de mantenimiento las prácticas son las mismas. La secuencia de las actividades culturales que se realizan para el cultivo del arroz en el área del PRAT, tanto en época seca como en época lluviosa, pueden revisarse en el Anexo 2.

Un módulo de riego poco eficiente

El módulo de riego que se utiliza actualmente en el PRAT (superior a los 30 litros por segundo por hectárea) es muy elevado. Si se continúa con ese esquema, el agua no será suficiente para abastecer a toda la superficie que se espera dotar de riego. En el cuadro 1, Anexo 1, se comparan dos alternativas de manejo del agua: una bajo condiciones adecuadas, y la otra, la que se observa actualmente en el PRAT. Igualmente, se señalan los posibles efectos de esta segunda alternativa.

II. EL AGUA DE RIEGO: SITUACIÓN ACTUAL

En el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT), el riego es un elemento indispensable para la agricultura intensiva: debe aplicarse, imperativamente, durante la época seca y en forma complementaria durante la época lluviosa. Para aplicar el riego hay que tener en cuenta las características del suelo y los requerimientos de la planta; con base en estos factores, se determina el volumen de agua necesario, la forma del riego y su frecuencia.

El PRAT está diseñado para posibilitar la agricultura intensiva en alrededor de 60.000 ha, las cuales serán regadas principalmente por gravedad-aprovechando la diferencia de nivel que se tiene entre la tierra regable y la altitud de la presa de derivación de las aguas (50 m sobre el nivel del mar)-

La principal fuente de abastecimiento para el riego (90%) es el agua turbinada que proviene de la laguna Arenal. El área bajo riego se incorporará gradualmente, a medida que avance la construcción de los canales. El esquema constructivo ha sido planificado para realizarse por etapas; a agosto de 1993 se habían construido 8.5 km del canal del Sur y se había completado la red secundaria para regar las 5.500 ha físicas de la primera etapa. El canal del Oeste estaba en construcción y desde enero de 1994 permitiría incorporar 1.400 ha más al riego. En promedio, las centrales hidroeléctricas turbinan 48 m³/s durante el año; por lo tanto, la disponibilidad de agua excede los requerimientos actuales.

En esta región agrícola, tradicionalmente se ha cultivado en secano, por ello, la

primera etapa del PRAT (3.200 ha, que incluyen los pueblos de San Luis, Paso Hondo, La Guaria, Bagatzí y la EEEJN), fue concebida como un proyecto piloto para que los productores aprendiesen a manejar el agua y a dominar la relación agua-suelo-planta. Una vez alcanzada esa meta se iniciaría un proceso de mejoramiento de la eficiencia y de la eficacia en el uso del agua de riego.

Durante el período de aprendizaje se trabajó con la hipótesis de que el volumen de agua utilizado no era importante; la preocupación se centró en la aplicación de agua a la parcela. En este punto es importante señalar que, en el área del proyecto el costo del servicio del agua, es muy bajo y no cubre los gastos reales de operación y mantenimiento del sistema. A pesar de que el agua es el insumo fundamental para la obtención de la cosecha, el pago del mediano productor (¢2.860) sólo representa un poco más del 2% del costo total de producción del cultivo de arroz por hectárea.

Debe recordarse también, que el costo del servicio del riego se calcula por superficie regada y no por volumen de agua utilizado, de manera que el usuario puede solicitar toda el agua que considere necesaria, independientemente de los requerimientos de riego de sus cultivos.

A todo esto debe añadirse el desconocimiento, por parte de los usuarios, de las externalidades medioambientales negativas que, en el mediano plazo, origina el exceso de agua, tales como: la subida del manto freático, la salinización de los suelos y la erosión, aspectos que disminuyen el potencial

productivo del suelo, cuya rehabilitación requeriría de nuevas y costosas inversiones. Adicionalmente, existe un desconocimiento, casi total, del incremento en los costos de producción - por el mayor uso de agroquímicos-, derivado del mal uso del agua.

En busca de una mejor alternativa

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la eficiencia de los métodos actuales de manejo del agua en el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque y ofrecer alternativas para una mejor utilización de este recurso. Para ello, se partió de las siguientes hipótesis :

- La utilización del agua de riego en el Proyecto de Riego Arenal Tempisque muestra niveles de eficiencia inferiores al 50%.
- Los insumos de la producción agrícola (agroquímicos) no se emplean eficientemente.
- Los volúmenes de agua aplicados producen una fuerte escorrentía superficial que se refleja en los caudales de drenaje.
- El costo del servicio del riego (que asegura el acceso al agua) es mínimo comparado con el de los otros insumos de la producción.
- Al reducirse los volúmenes de agua aplicados para el cultivo del arroz, disminuirán los costos de producción (por mejor aprovechamiento de los insumos).
- Los beneficios económicos que se obtienen por la utilización del agua en el proceso productivo justifican un incremento en su tarifa.

Operativamente, se procedió a :

- Determinar el efecto en el rendimiento del cultivo de arroz, contrastando la utilización de una lámina de mantenimiento con caudal continuo, con una de restitución intermitente.
- Determinar el volumen mínimo que, en condiciones de vigencia de la tarifa volumétrica, se le debe asignar al arroz en el primer ciclo agrícola.
- Estimar, en el caso del caudal continuo, el volumen de agua de drenaje para determinar la eficiencia de retención de agua en la finca (ERAP).
- Calcular la eficiencia de uso consuntivo y la eficiencia de requerimiento de riego.
- Estimar la eficiencia relativa de las modalidades de riego empleadas.
- Caracterizar el efecto del agua de drenaje en el lavado de agroquímicos en solución.
- Definir medidas de control de agua de riego conducentes a economizar agua, favoreciendo, así, el manejo sostenible del recurso.
- Cuantificar el volumen de agua de riego utilizada para el cultivo de arroz durante el primer ciclo en una finca comercial en el área del proyecto.
- Determinar la eficiencia de retención de agua en la parcela en las condiciones vigentes en 1993, de la tarifa por servicio de riego (hectárea regada).

**Áreas de estudio :
Ingenio Taboga y Finca El Nilo**

Para cuantificar el consumo de agua de riego en el cultivo de arroz se estudiaron dos fincas: una en San Luis, denominada El Nilo y otra en Ampliación Paso Hondo, denominada Taboga.

La primera finca (9.23 ha), perteneciente a un mediano productor, se utilizó como área representativa del cultivo comercial del arroz, y en ella se midieron los volúmenes de agua de riego y de drenaje. Esta finca se localiza en el Nilo, en el sector de San Luis y es regada por el canal Salitral (Figura 18). El suelo es arcilloso, bien compactado (la densidad aparente varía entre 1.21 y 1.3 g/cm³), y la velocidad de infiltración varía entre 0.6 mm/día y 3.98 mm/día, lo que lo hace adecuado para el cultivo de arroz.

Por otra parte, para generar datos que permitieran verificar las hipótesis sobre alternativas de manejo de agua, se utilizó un lote (de 3.45 ha) que se consideraba representativo de una de las parcelas de los beneficiarios del Proyecto. Esta parcela sirvió para medir el efecto de la aplicación de la lámina de mantenimiento y se ubica en el lote B-13 Hortigal, en el Ingenio Taboga, en la zona Ampliación Paso Hondo, del sector Hidráulico regado por el canal CS-10.1. El esquema de esta área, a la que llamamos área experimental, se presenta en la Figura 19. Aquí el suelo es predominantemente arcilloso (del tipo montmorillonita) pero no está compactado, la densidad aparente varía entre 0.93 y 0.96 g/cm³. Este suelo absorbe la humedad y se expande. La velocidad de infiltración se ha representado en las figuras 6 y 7 y en el Cuadro 2 del Anexo 1.

Figura 18.

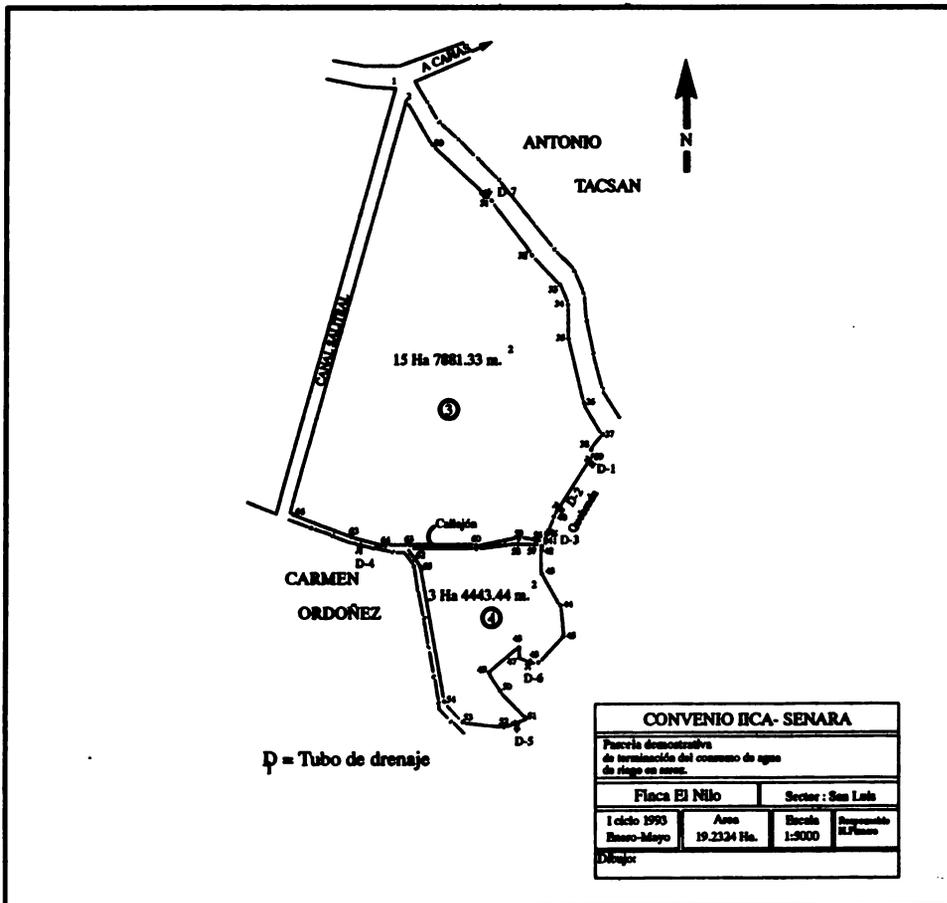
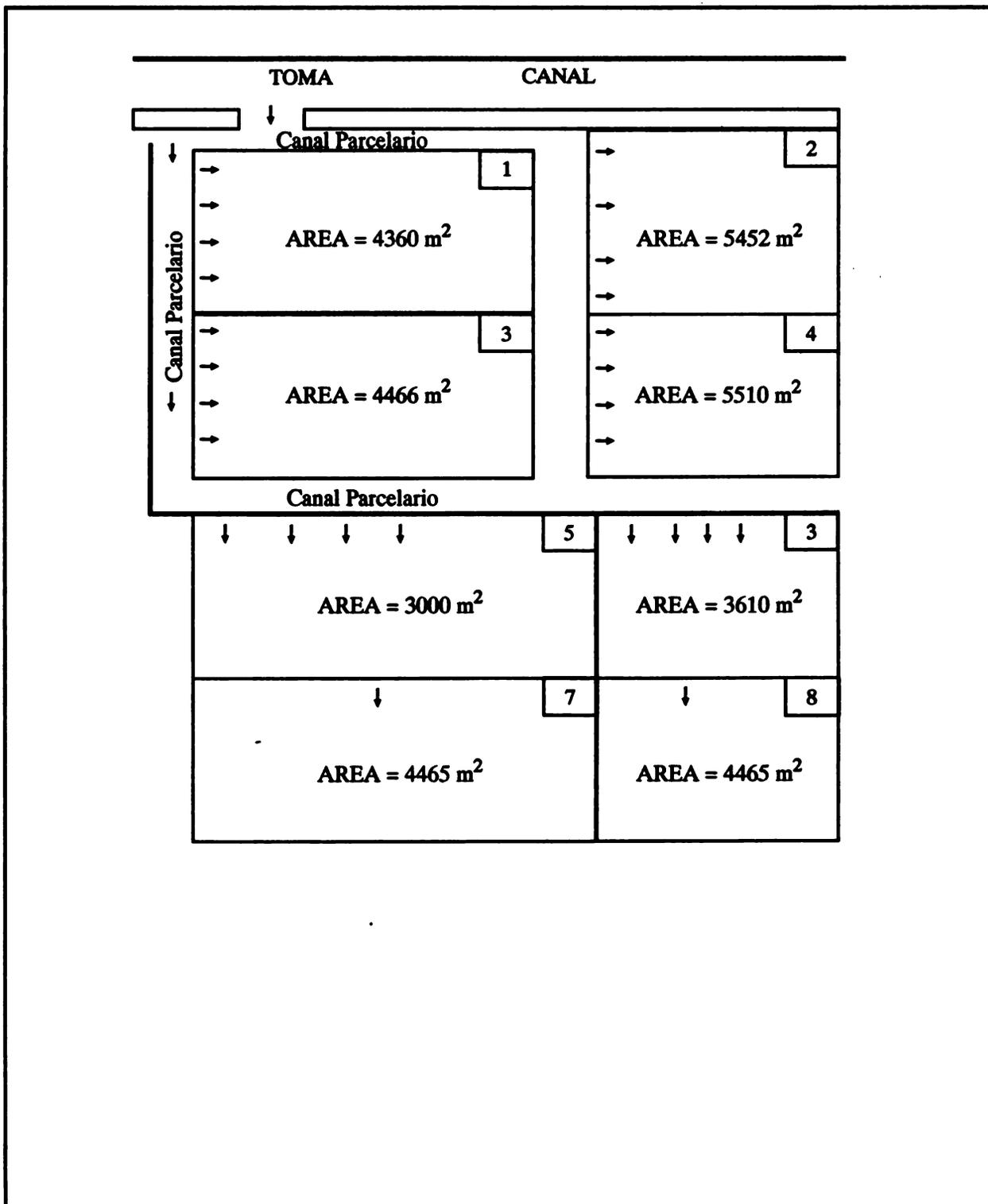
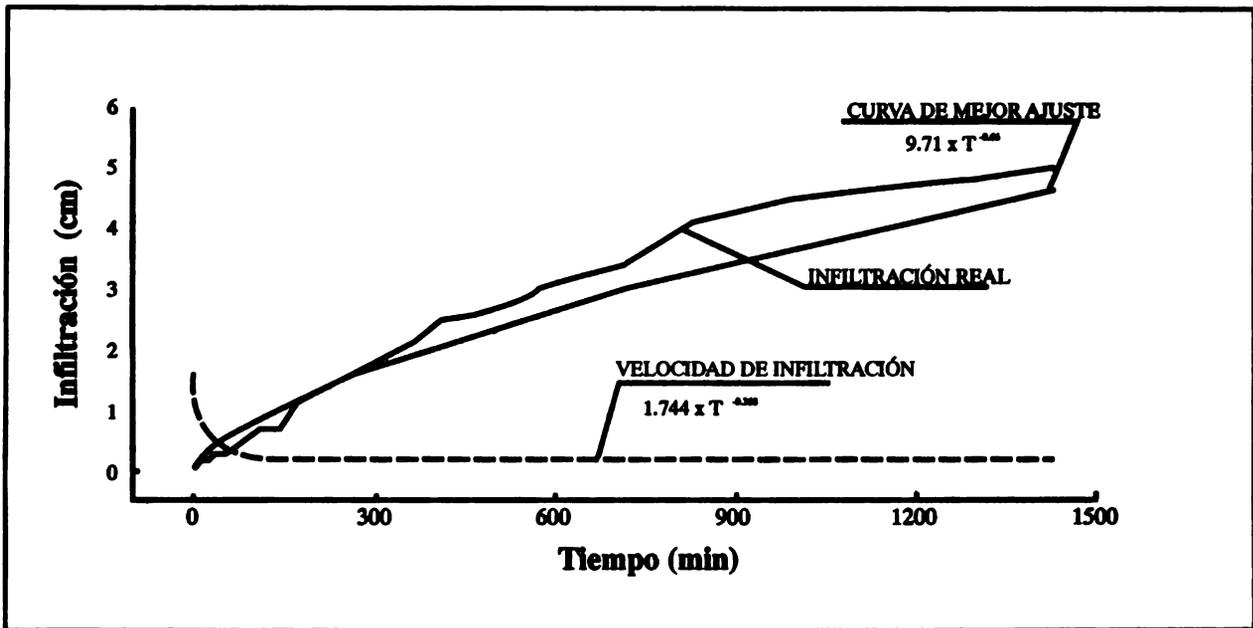


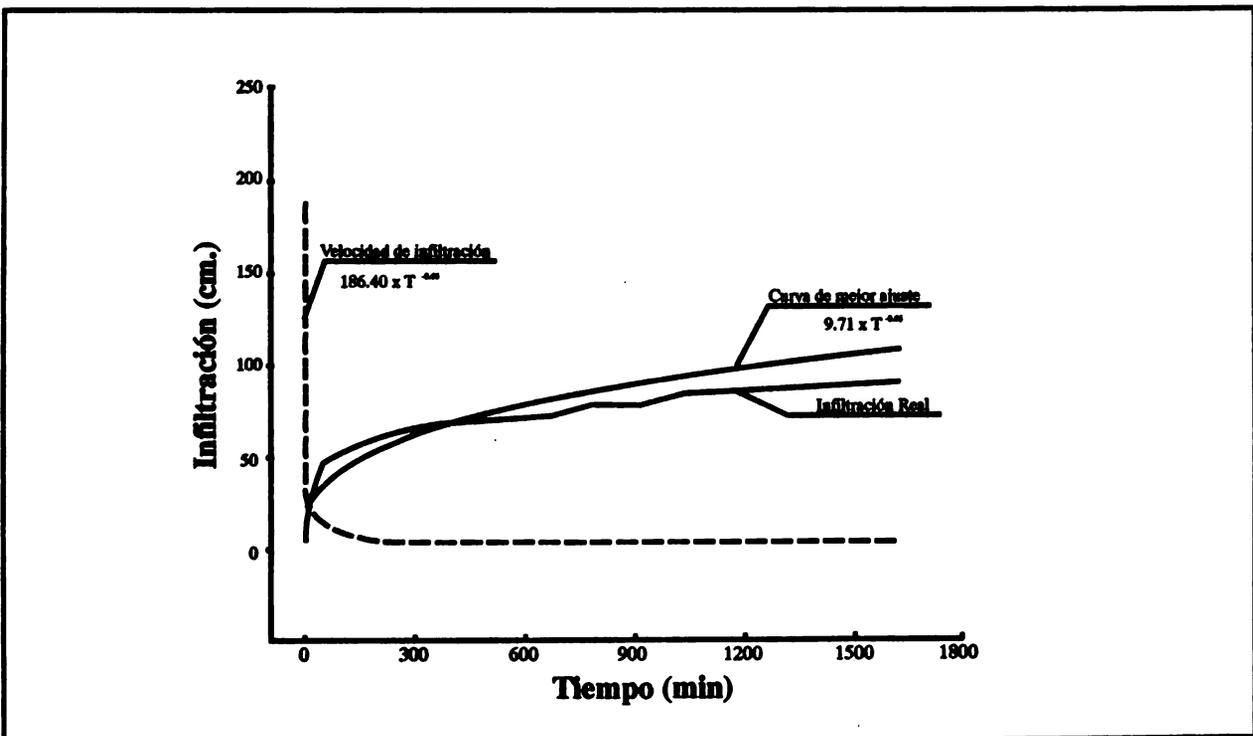
Figura 19. Esquema de la distribución en Las Parcelas
Estudio comparativo de dos modalidades de manejo del agua de riego en el cultivo de arroz en el Ingenio Taboga



**Figura 6. Pruebas de infiltración Ingenio Taboga
Suelo B-3 Hortigal**



**Figura 7. Pruebas de infiltración Ingenio Taboga
Suelo B-13 Hortigal**



Los insumos de la producción empleados por la finca comercial ubicada en El Nilo, se presentan en el cuadro 10 del Anexo 1. En el caso del área experimental se empleó la variedad Costa Rica 1821; los insumos que se aplicaron aparecen en los cuadros 11 a y 11 b, Anexo 1.

Características climáticas del área

En el cuadro 3, Anexo 1, se muestra el comportamiento de los elementos climáticos. El promedio corresponde al período de observación de 1968 a 1990 para la precipitación y de 1984 a 1990 para los otros elementos climáticos y 1993 es el valor ocurrido en ese año. Las temperaturas promedio máximas son similares a los promedios del período, en cambio las temperaturas promedio mínimas sí muestran diferencias apreciables. En febrero se presentó la mayor divergencia (4.34°C) entre el valor de 1993 y el del período y la diferencia entre la máxima y la mínima fue de 13.89 °C. La humedad relativa promedio mensual ha sido más elevada en 1993 que el promedio del período. El brillo solar ha mostrado menor número de horas de sol que el promedio del período, igualmente la velocidad del viento ha resultado ser inferior en 1993 que el promedio del período. La precipitación ha variado ligeramente a nivel mensual y los valores acumulados a junio son muy parecidos para ambos casos. La evaporación es muy superior a la precipitación. Mayo y junio fueron meses de lluvia de alta intensidad. Según los valores observados en los elementos climáticos en 1993, la evapotranspiración real debe ser menor a los períodos anteriores lo cual puede influir en los rendimientos relativos.

Las diferencias anotadas con respecto al número de horas de sol y a las temperaturas mínimas indican menor energía solar recibida en la zona durante este período, de lo que puede inferirse una

disminución de los rendimientos (la energía solar influye en el desarrollo de las plantas de arroz y en el mejor aprovechamiento de los nutrientes).

Reflexiones sobre el costo del agua en el Distrito de Riego Arenal

Debido a la variación temporal de la lluvia, el agua de riego juega un papel crítico en la producción agrícola: es el insumo que asegura la consecución de dos cosechas. El arroz que se siembra en el primer ciclo (noviembre, diciembre, enero, febrero o marzo) debe los beneficios obtenidos exclusivamente al agua de riego: sin ella esa cosecha no sería posible.

En el segundo ciclo, el agua de riego contribuye a incrementar los rendimientos, puesto que el arroz requiere de una lámina de mantenimiento que mejore su hábitat de crecimiento. Se estima que la productividad en secano es de 3.000 kg/ha mientras que con riego puede alcanzar los 5.500 kg/ha; o sea, que el incremento de 2.500 kg/ha se debe a la acción del agua de riego.

En el caso de la caña de azúcar, cuyo período vegetativo en el área del Distrito Arenal es de doce meses, si la corta se ha hecho en diciembre, enero, febrero o marzo, se requiere del riego para ayudar "al rebrote", tanto de la caña "soca" como de la caña planta. Se estima que en el caso del cultivo en secano los rendimientos son de 70 toneladas por ha, en cambio, con el riego oportuno, los rendimientos se elevan a 100 toneladas por ha.

Beneficios aportados por el agua de riego en el PRAT

- Arroz

En el primer ciclo, el beneficio del agua de riego es de 5.500 kg/ha, lo cual genera un beneficio neto de ₡82.681,92,

teniendo en cuenta el costo del servicio del agua equivalente a 586.40 US. dólares (¢141 = 1 U.S. dólar).

En el segundo ciclo, el beneficio del agua de riego es de 2.500 kg/ha (igual a 33.97 sacos de 73.6 kg. que se venden a ¢2.850). En este período el beneficio neto debido al agua de riego será ¢58.280 (US\$413/ha).¹¹

- Caña

¢9.515 (US\$67.50/ha)

En el PRAT, los ingresos adicionales (ver cuadro 18, Anexo 1) por hectárea generados por el agua de riego son superiores al costo oficial de la tarifa de agua de un productor mediano, el cual es de ¢2.860 por hectárea por año.

¹¹ Fuente: Distrito de Riego Arenal

LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL DEL AGUA

El aumento en los beneficios netos por cada unidad de agua utilizada en el arroz, sería de 82.681, 92:22 = ¢3758.27/1000 m³, equivalente a US \$26.65 (si se considera que el arroz da el rendimiento máximo cuando consume 22x10³ m³/ha). A medida que la disponibilidad de agua aumenta, se riega la caña de azúcar (que tiene menor rentabilidad que el arroz), o sea, se obtiene una productividad marginal de ¢9.514.73/19500 m³/ha; ¢487.93/1000 m³/ha; 3.46 US\$/1000 m³/ha. El incremento en los beneficios por cada 1000 m³ de agua adicionales va disminuyendo. Este valor representa la productividad marginal del agua, que es el incremento en el beneficio neto producido por la disponibilidad de una unidad adicional de agua (la unidad en el ejemplo presentado es de 1000 m³) (Ver Anexo 1).

Esto quiere decir que si se desea invertir dinero para mejorar la eficiencia y disponer de mayor cantidad de agua para riego, esta inversión será económica si el valor por unidad de volumen es al menos igual al beneficio esperado o a la productividad marginal del agua. Igualmente, si se desperdicia el agua, el costo de oportunidad del agua malgastada

será su productividad marginal, o el beneficio neto dejado de percibir por cada unidad menos de agua utilizada en el proceso productivo. Puede deducirse que el costo real del agua por unidad de volumen para los usuarios del agua de riego puede representarse por la productividad marginal, la cual es función del volumen de agua disponible.

En la época húmeda el origen de la curva que relaciona los beneficios netos-volumen de agua, se desplaza a la derecha hasta un punto en que el riego empieza a complementar a la lluvia efectiva.

Los enunciados precedentes admiten que el agua se usa con una cierta eficiencia (E₀). Si ésta aumenta, los beneficios netos con respecto al consumo del agua también se incrementarán; consecuentemente, si la eficiencia es menor, los beneficios disminuirán para un mismo volumen de agua disponible y la productividad marginal variará en la misma dirección. Las figuras 8, 9, 10 y 11 son esquemas que ilustran las relaciones "beneficios netos y volúmenes de agua disponible, así como las productividades marginales para condiciones de sequía y de lluvia, respectivamente.

Figura 8. Esquema de la relación beneficio neto-volumen de agua disponible en época seca

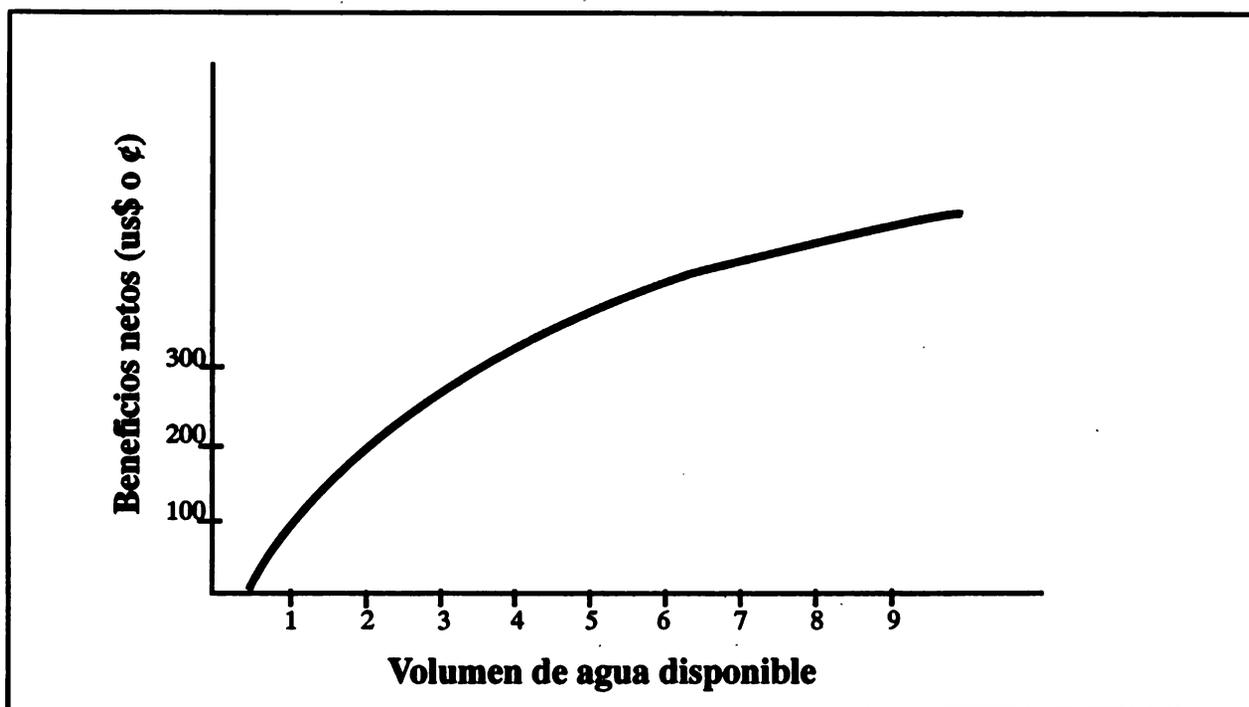


Figura 9. Esquema de la productividad marginal del agua en la época seca

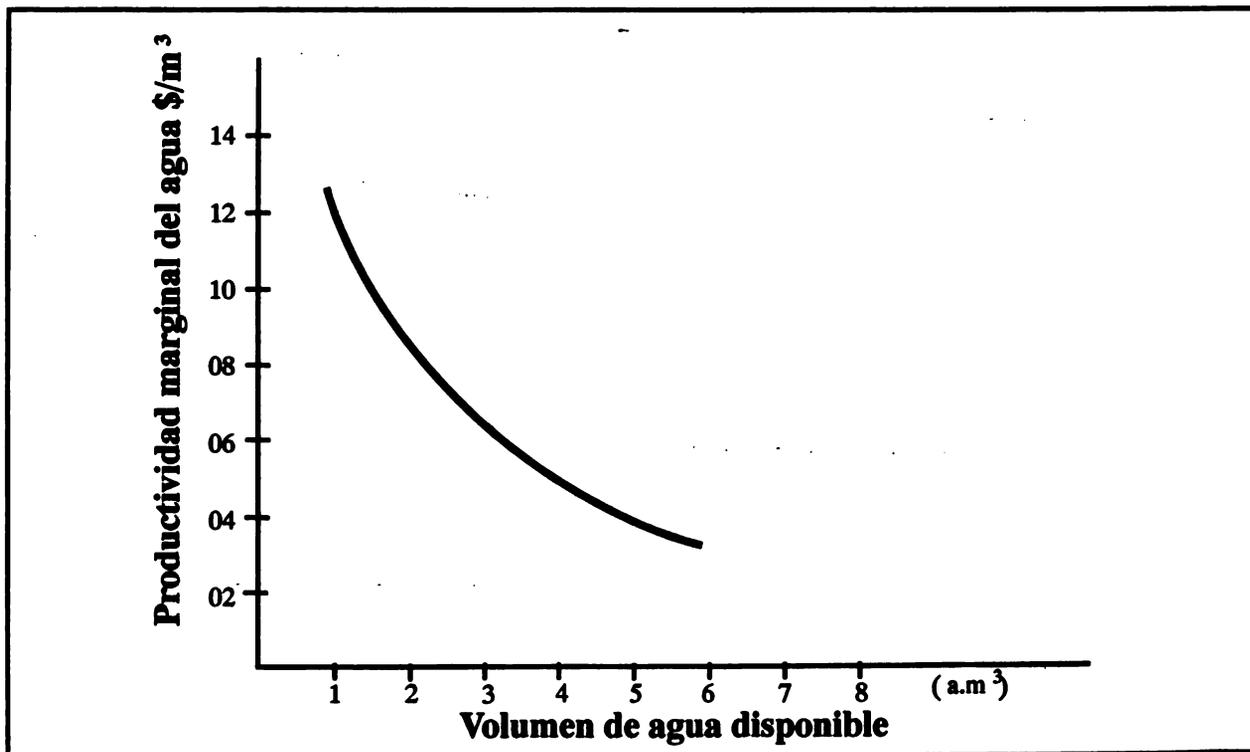


Figura 10. Esquema de la productividad marginal del agua en época de lluvia

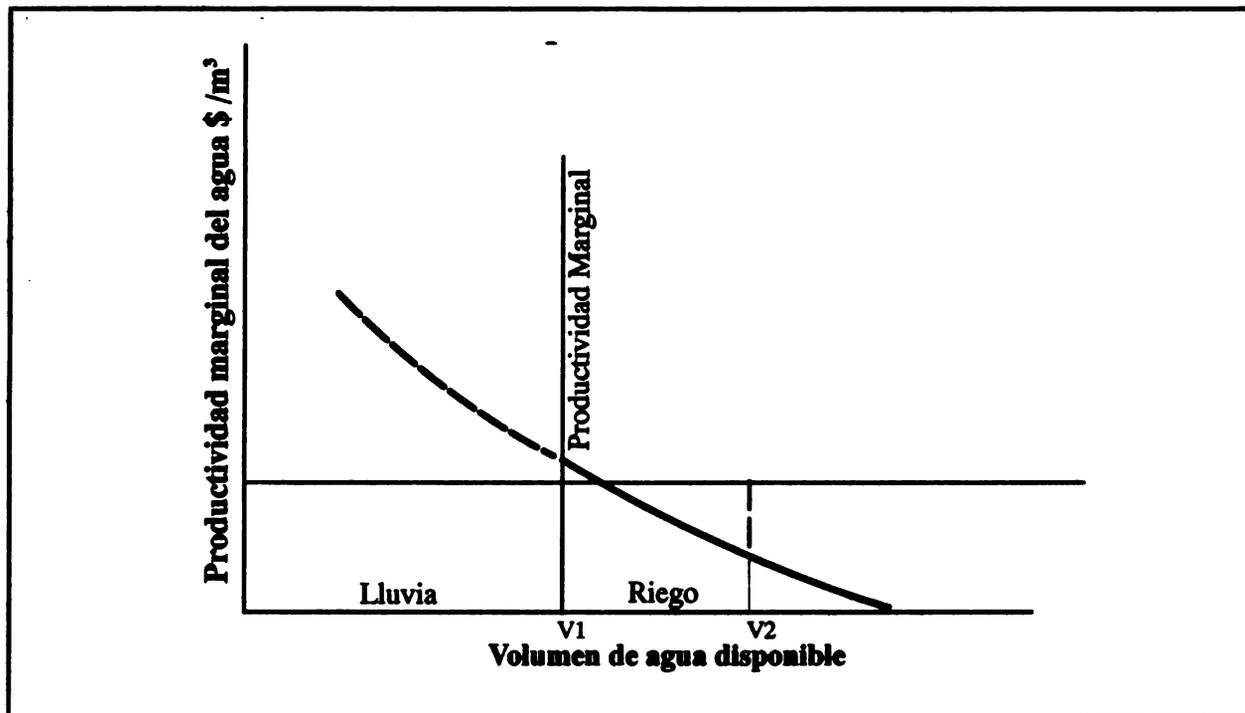
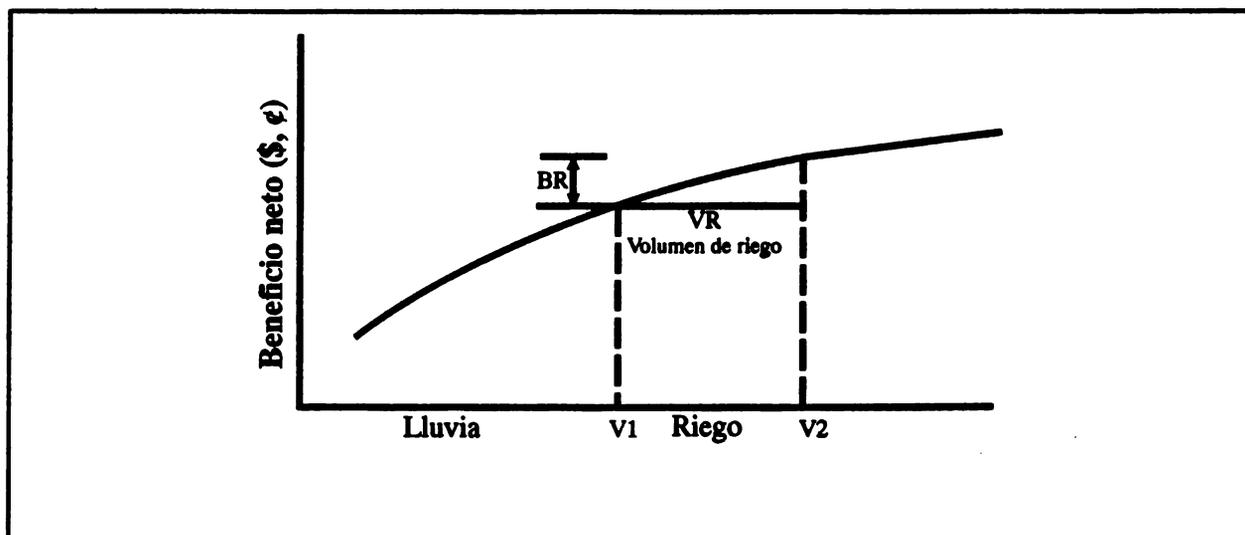


Figura 11. Esquema de la relación beneficio neto-volumen de agua en época de lluvia



IV. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

Todo productor que practica la agricultura intensiva de riego desea elevar al máximo sus beneficios netos; éstos pueden expresarse de la siguiente forma:

$$BN = \sum_{i=1}^{i=n} A_i (R_i P_i - (C_i + P_a V_i)) \dots \dots \dots (5.1)$$

Donde:

- BN= Beneficio neto de la finca
- A_i= Superficie regada y cosechada del cultivo i
- R_i= Productividad del cultivo i
- P_i= Precio de venta del cultivo i (en colones o U.S. dólares). Se considera conocido.
- C_i= Costos de producción del cultivo i de acuerdo con la tecnología que permite obtener la productividad R_i, sin incluir el costo del agua. En colones o U.S. dólares por ha. Se considera conocido.
- P_a= Costo del agua por unidad de volumen (colones o U.S. dólares). Se considera conocido.
- V_i= Volumen de agua recibida por el usuario para el riego del cultivo i
- n= Número de cultivos

La ecuación (5.1) es la suma de los ingresos de todos los cultivos de la finca. La maximización es igual a la maximización de cada uno de los cultivos, esto es:

$$B_{Ni} = \frac{R_i P_i - (C_i + P_a V_i)}{A_i} \dots \dots \dots (5.2)$$

Donde:

- B_{Ni}= Es el beneficio neto por unidad de área del cultivo i.
- La maximización de B_{Ni} con respecto al volumen de agua usada será:

$$\frac{dB_{Ni}}{dV_i} - P_a = 0$$

$$\frac{dR_i}{dV_i} P_i = P_a \dots \dots \dots (5.3)$$

Esto quiere decir que la cantidad de agua (V_i) usada con la productividad (R_i) debe ser igual a la relación entre el costo del agua por unidad de volumen y el precio del producto (P_i) del cultivo i. Esto significa que para maximizar los beneficios por unidad de área del cultivo i debe conocerse la función de producción que relacione la productividad del cultivo i (R_i) con el volumen de agua utilizado (V_i), o sea:

$$R = f(X_a/X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) \dots \dots \dots (5.4)$$

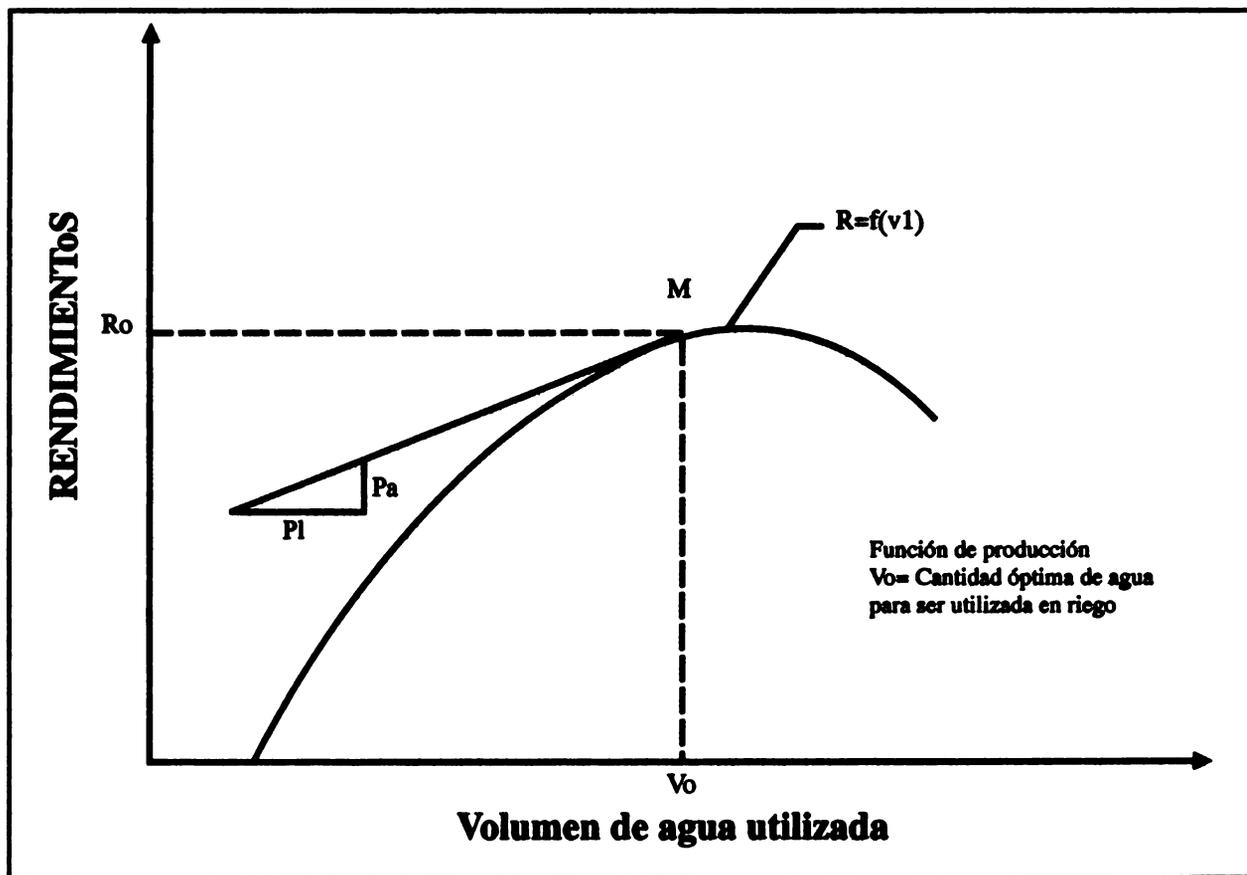
Donde:

- X_a= Representa el volumen de agua utilizado por el cultivo i.
- X_j= Representa otras variables importantes en el proceso de producción pero que permanecen constantes durante el proceso en que se estudia la relación R= f(X_a). A las expresiones del tipo de la ecuación (5.4) se les denomina función de producción del agua de riego. La expresión algebraica se obtiene relacionando la cantidad de agua utilizada (variable independiente) y el rendimiento de la parte comercial del cultivo.

El volumen de agua que maximiza la producción se obtiene mediante la expresión 5.3. Para cada lugar y tipo de suelo se requiere determinar, mediante ensayos experimentales, las funciones de producción de los diferentes cultivos para optimizar el uso del agua de riego¹². La figura 12 es un esquema de un función de producción.

¹² Doorembos et al. Necesidades de agua de los cultivos. 1977

Figura 12. Función de producción del agua



METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS

Eficiencia de Retención de Agua en la Parcela (ERAP)

Con el fin de disponer de relaciones cuantitativas para verificar las hipótesis planteadas, cumplir con el objetivo del trabajo y evaluar el manejo del agua, se ha utilizado como referencia el volumen de agua que queda retenida en la parcela sembrada de arroz y que se considera como la cantidad que el productor requiere para maximizar sus rendimientos. Esta masa de agua se expresa como una relación respecto al volumen que la finca recibe, y se denomina eficiencia de retención del agua de riego en la parcela (ERAP).

Los volúmenes se determinan midiendo los caudales (volumen por unidad de tiempo), según los procedimientos que se explican en este acápite.

De acuerdo con la definición de la eficiencia de retención del agua de riego en la parcela (ERAP) :

$$ERAP = \frac{\text{Volumen de agua retenida en la parcela}}{\text{Volumen de agua aplicada a la parcela}} \times 100$$

La evaluación de ese proceso se da en un tiempo t , tiempo durante el cual se miden tanto las entradas como las salidas de agua. Para obtener los volúmenes se requiere conocer el caudal de acuerdo con la expresión:

$$V = Q \times t$$

$$Q = V / t$$

Donde:

- V= Volumen de agua, en m³
- Q= Caudal de agua, en m³/s
- t = Tiempo transcurrido, en segundos

Igualmente, para determinar si el agua de drenaje contiene sales en solución (las cuales provendrían de los agroquímicos aplicados), se tomaron muestras para determinar la Conductividad Eléctrica, que es una medida del contenido total de sales en la solución.

Para medir el caudal se emplearon los siguientes métodos : a) el método del flujo crítico ; b) el método del sifón ; c) el método del orificio ; d) el método volumétrico

El Método del Flujo Crítico (Figura 13):

Las condiciones hidráulicas¹³ para un canal rectangular que conduce una corriente de agua en flujo crítico, establecen la siguiente relación:

$$q = (g y_c^3)^{0.5} \quad (6.1)$$

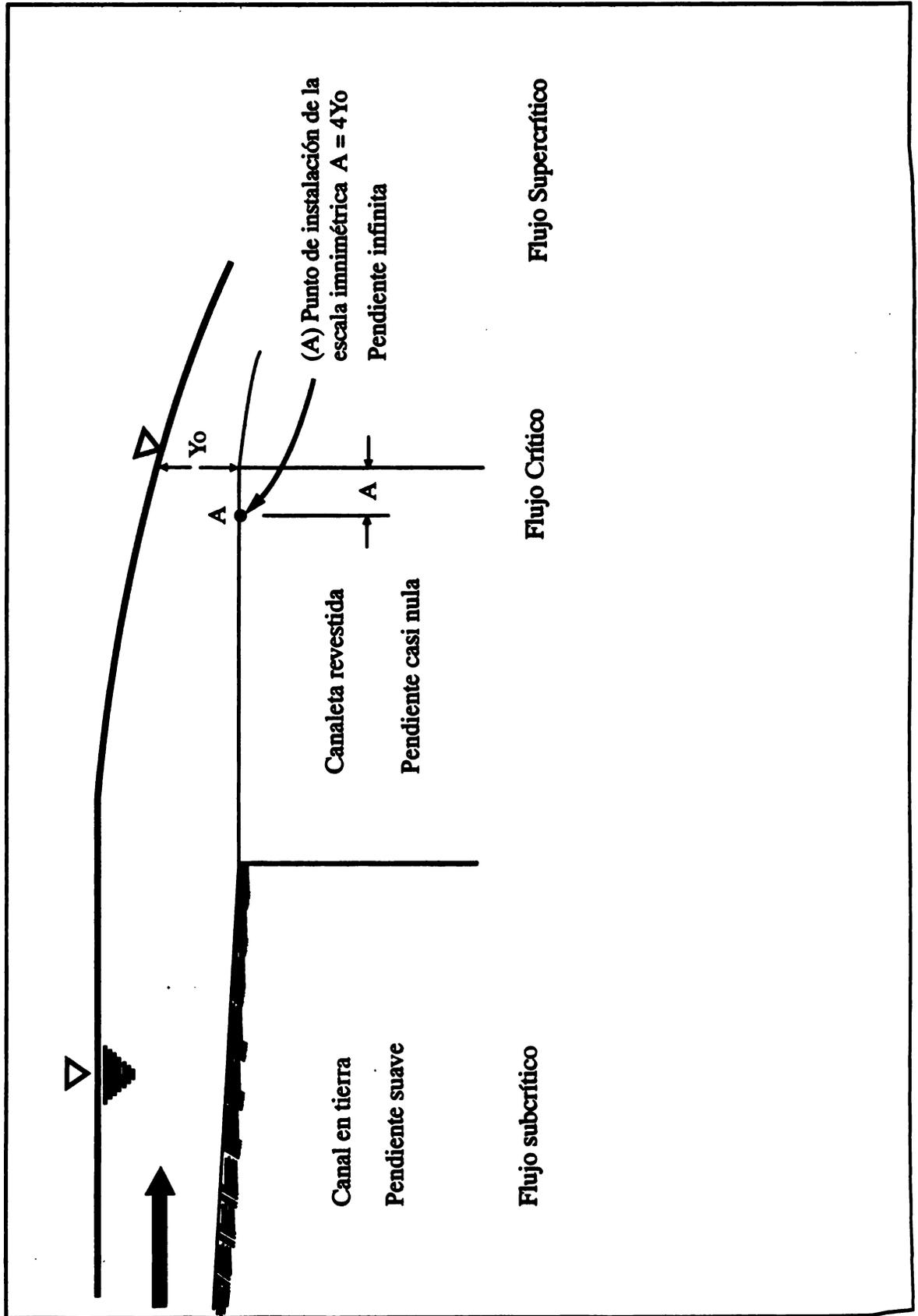
Donde:

- q= Es el caudal por unidad de ancho, en m³/m.
- g= Aceleración de la gravedad (se usa el valor de 9.81 m/s²).
- Y_c= Es el tirante crítico, en m.

La expresión 6.1 indica que, conociendo el tirante crítico en el canal, se determina el caudal unitario q. El caudal total (Q) en m³/s, se halla con la siguiente fórmula.

¹³ Chow Ven Te. Open Channel Hydraulics. 1978

Figura 13. Esquema del flujo crítico para la medición del caudal



$$Q = q_x b = b (g Y_c^3)^{0.5} \quad (6.2)$$

Para producir el flujo crítico se utiliza la transición del flujo del régimen subcrítico a supercrítico. En el punto de cambio de la pendiente del fondo del canal tiene lugar el flujo crítico donde se satisfacen las condiciones señaladas.

El procedimiento se basa en relaciones de energía y es independiente de la rugosidad del canal. Se prefiere por su precisión, por su economía en la construcción y por su funcionalidad.

El Método de Sifón (Figura 14):

El sifón es un equipo muy utilizado en el riego a la parcela. Para determinar el caudal se emplea la expresión:

$$Q = C A (2g _h)^{0.5} \dots \dots \dots (6.3)$$

Donde:

Q= Caudal que transporta el sifón, en m³/s x10⁻³

A= Área geométrica de la sección transversal del sifón, en m².

G= Aceleración de la gravedad, se usa 9.81 m/s²

_h= La energía potencial o carga hidráulica entre el extremo aguas arriba y el de aguas abajo del sifón.

C= Es un coeficiente empírico de uso muy generalizado. Se obtiene mediante calibración (midiendo el caudal que pasa por el sifón, en forma volumétrica), y determinando el área (A) del sifón y la carga (Ah). Se acostumbra emplear C= 0.62.

A fin de que el sifón funcione hay que establecer la continuidad del flujo; para ello:

- Se cubre con una tapa la extremidad aguas abajo del sifón.
- e introduce el extremo aguas arriba en el canal alimentador.
- Se llena de agua el sifón y se sumerge en el agua el extremo aguas arriba.

- Se coloca el sifón en posición de funcionamiento, se descubre la extremidad aguas abajo.
- Se establece el paso del agua.

Si la salida de agua está sumergida en el agua se dice que el sifón funciona ahogado; en caso contrario, se dice que la descarga es libre. La expresión algebraica para calcular el caudal es la misma para ambos casos, pero, la medición de _A en el primer caso, se hace con respecto a la superficie libre del agua y en el segundo, con referencia al centro del sifón. Es preciso controlar que haya equilibrio entre el caudal que entra al canal alimentador y el que sale de éste; para esto, se verifica que se mantenga constante durante el riego.

Método del Orificio (Figura 17):

Un tubo sumergido en un canal lleno de agua puede utilizarse para aplicar agua de riego controlada a la parcela. El caudal se calcula con la expresión:

$$Q = C A (2g _A)^{0.5} \dots \dots \dots (6.4)$$

Donde los símbolos tienen los mismos significados que en el caso del sifón. Similarmente, C se determina por calibración mediante la medición del caudal (Q), volumétricamente. Se emplea para C= 0.62.

La recomendación sobre el equilibrio entre el caudal de entrada y el de salida (para mantener _A constante) es válida también en este caso.

Método Volumétrico (Figuras 15 y 16):

Se requiere un recipiente de volumen conocido o de geometría regular (un cilindro, un cubo o un paralelepípedo), cuyas dimensiones y volumen puedan medirse y calcularse y un cronómetro para medir el tiempo que tarda el recipiente en llenarse con el caudal que quiere medirse.

Figura 14. Esquema del riego por sifón

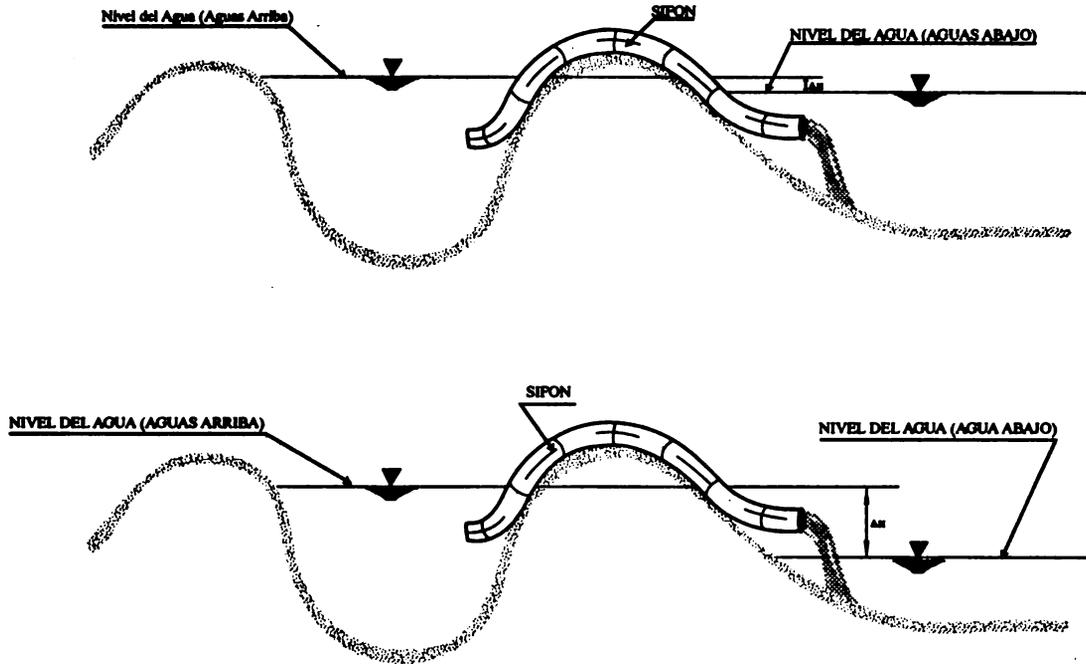


Figura 17. Riego y drenaje medido por tubos

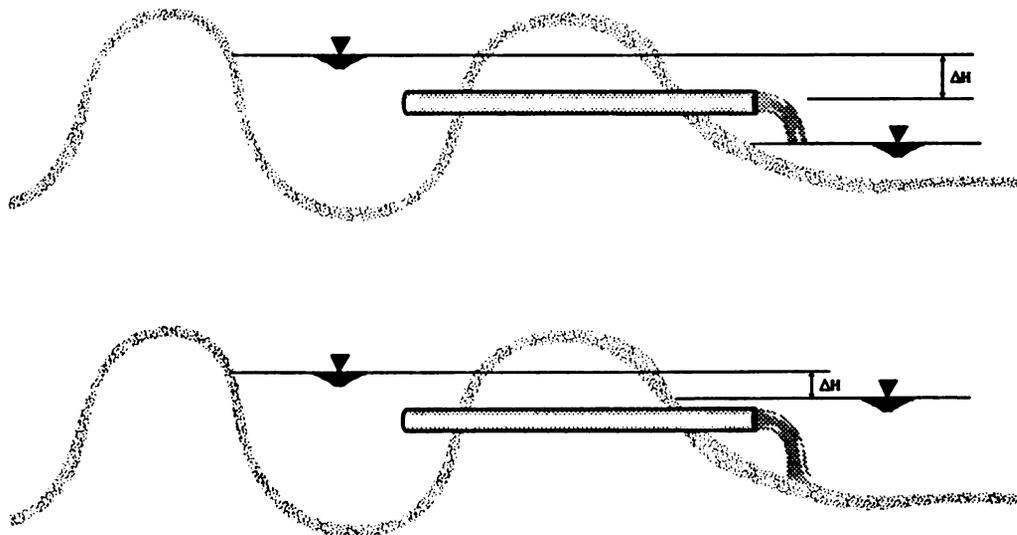
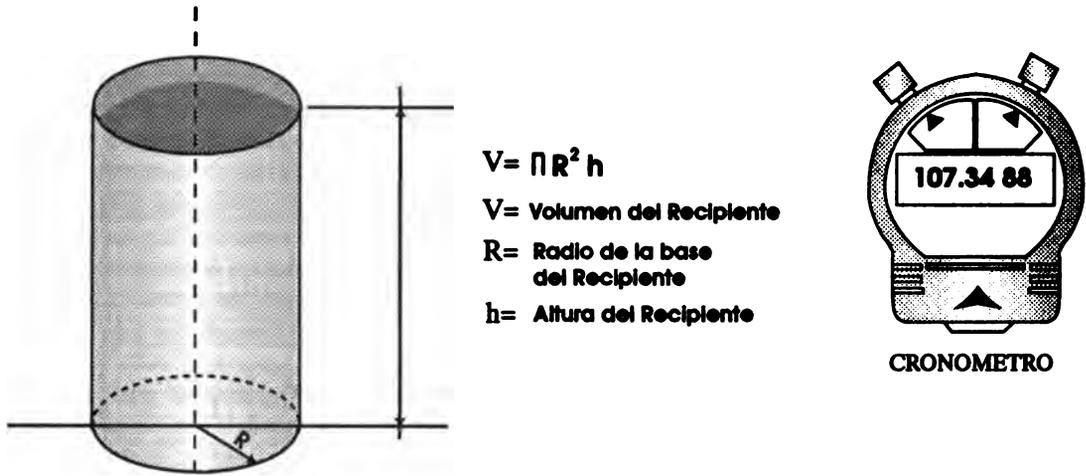
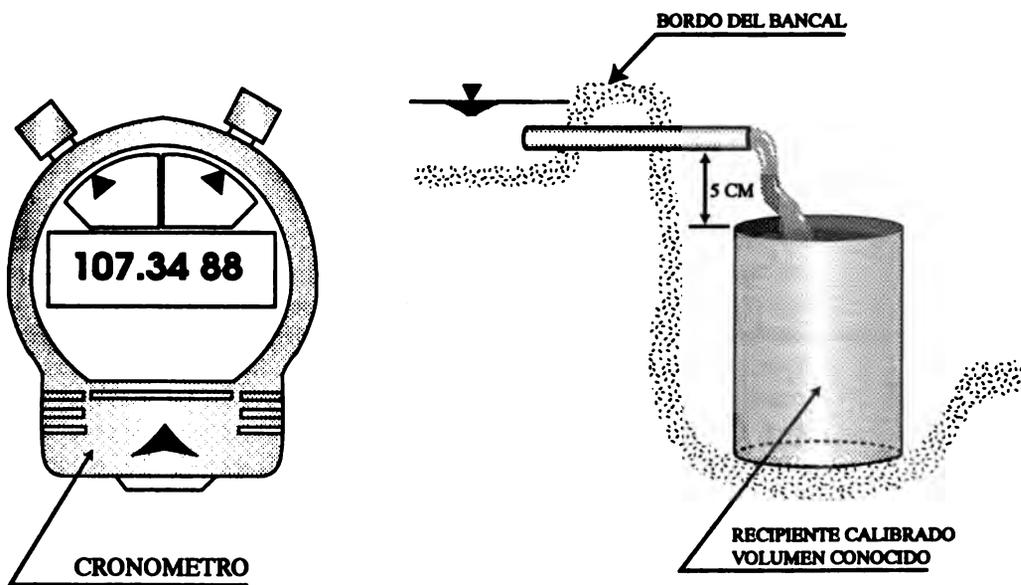


Figura 15. Equipo para medir caudales volumétricamente



RECIPIENTE DE GEOMETRIA CONOCIDA

Figura 16. Equipo para medición del caudal



Disposiciones para hacer las mediciones

Dos fincas con cultivo de arroz fueron estudiadas durante el primer ciclo de 1993: una en San Luis, denominada El Nilo, de 19 ha y otra en Ampliación Paso Hondo, en el sector Hortigal, lote 13, del Ingenio Taboga.

En la primera, el propósito fue evaluar la forma en que se manejaba el agua. Para ello se instalaron siete estaciones de medición del agua de drenaje (para superar las limitaciones presentadas por la irregularidad de la topografía, se requirieron varios puntos de evacuación). Para medir el caudal de entrada se instaló una canaleta de flujo crítico de 0.39 m de ancho. La expresión teórica que relaciona el tirante crítico con el caudal se ajustó con un coeficiente 0.9, para tener en cuenta lo reducido del ancho del canal con respecto a la velocidad que genera el cruce de las líneas de corriente, lo que origina una disipación de energía adicional. El cuadro 4 (Anexo 1) y la figura 20 presentan los cálculos del caudal para esta estructura. Los caudales de drenaje se midieron empleando el método volumétrico con dos recipientes cilíndricos, uno de 5.34 litros y el otro de 20 litros y se utilizó un cronómetro con precisión de centésimas de segundo.

En la segunda, se pretendía analizar la respuesta del rendimiento del arroz al manejo de la lámina de mantenimiento. Para ello, se escogió un lote de 3.45 ha, el cual se dividió en ocho parcelas. Las cuatro parcelas aguas arriba (1, 2, 3, y 4) se regaron intermitentemente y recibían agua cuando se había consumido la lámina de mantenimiento, con el suelo saturado. Este tratamiento se denominó T1. Cada parcela se regó independientemente. Las cuatro parcelas aguas abajo (5, 6, 7 y 8) recibieron riego continuo y se les instalaron drenes para evacuar el exceso de agua. Este tratamiento se denominó T2.

Para el tratamiento T1 se utilizaron cuatro tubos de 4 pulgadas (0.10m) de diámetro. El caudal se calculó con el

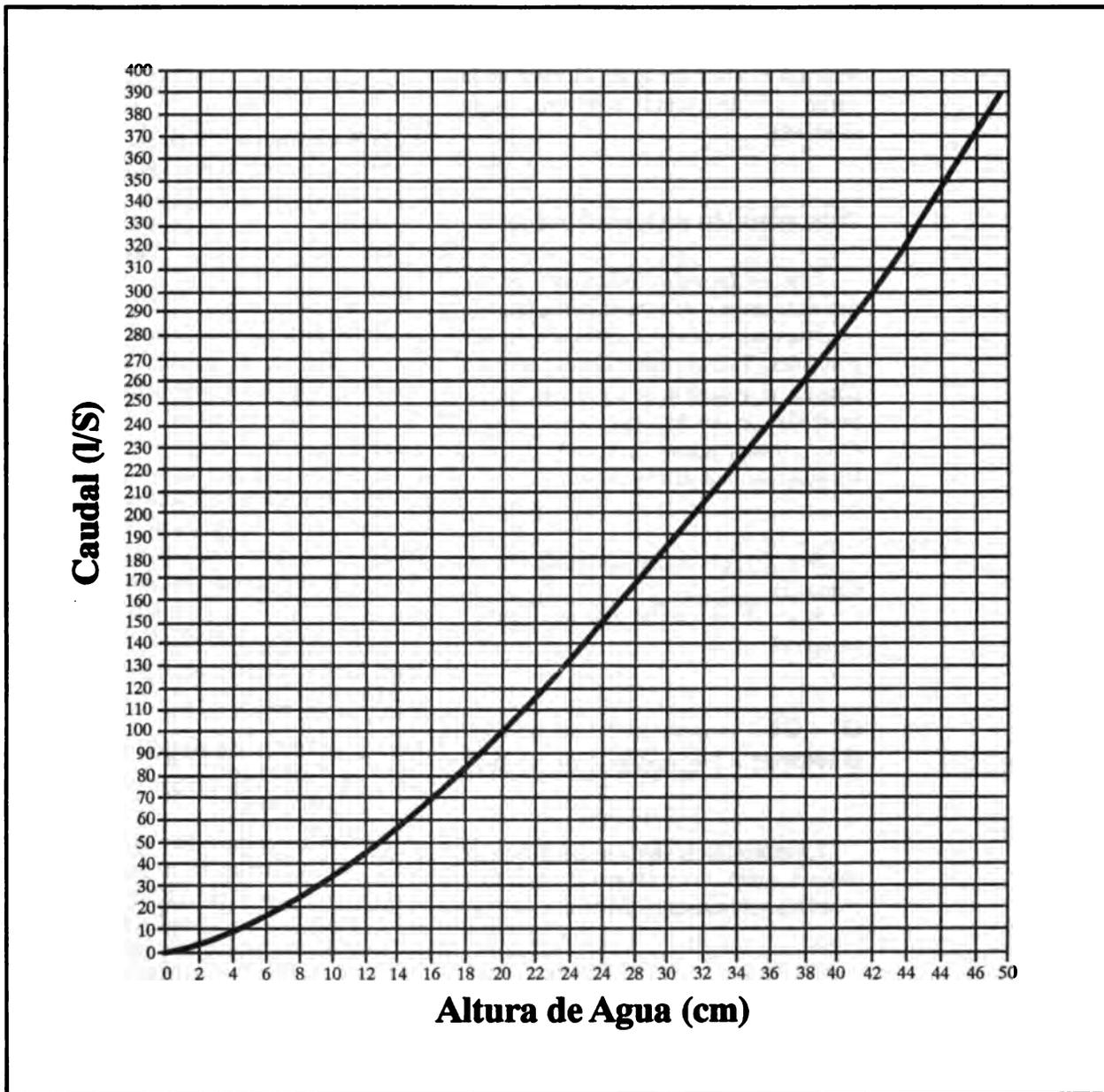
principio del orificio. Para el tratamiento T2 se emplearon sifones, y se agruparon las dos parcelas contiguas. Así, las parcelas 6 y 8 fueron regadas con una sola entrada de agua y con un solo sifón de 2 pulgadas (0.0508 m) de diámetro; de la misma forma se regaron las parcelas 5 y 7: el agua entraba a la parcela 6 y pasaba a la 8, igualmente, entraba a la 5 y pasaba a la 7. En las parcelas 8 y 7 se colocaron drenes vertedores que evacuaban el agua que excedía la lámina de 0.10 m. El agua de drenaje se midió volumétricamente. El número de repeticiones estuvo limitado por el tamaño del lote.

Durante el período vegetativo del cultivo se hicieron mediciones dos veces al día, en la mañana y en la tarde, utilizando formularios para registrar los valores de campo; se controlaron los caudales de entrada, los de drenaje, las mediciones de la carga en los sifones de las parcelas de riego continuo y las alturas de la lámina de mantenimiento. Todo ello con el fin de preparar la aplicación del siguiente riego en el caso del tratamiento T1, o de variar el caudal de aplicación si la lámina era diferente de 0.10 m en el tratamiento T2. Durante el riego a las parcelas del tratamiento T1 se controlaba permanentemente la carga sobre el orificio y se medían los tiempos, inicial y final, de la aplicación.

Determinación de la Conductividad Eléctrica (CE)

Para evaluar el efecto del drenaje en el lavado de agroquímicos, periódicamente se tomaron muestras de agua tanto de riego como de drenaje. Estas fueron analizadas en el laboratorio de la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, donde se midió la Conductividad Eléctrica (CE), en milimhos por centímetros, que es la medida de la cantidad de sales disueltas. A mayor CE mayor cantidad de sales en solución.

**Figura 20. Curva de calibración de la sección hidrométrica
Finca El Nilo**



Medición de la carga hidráulica

La carga hidráulica, tanto en los sifones como en los orificios, fue medida con una manguera transparente, la que, por medio de vasos comunicantes, indicaba el nivel del agua. El valor de la carga se determinó con una regla graduada.

Determinación de los volúmenes

Con las fórmulas indicadas o con el uso de la curva o de la tabla de calibración se obtienen los caudales, éstos son valores puntuales. Para la evaluación es necesario conocer el volumen: se calcula el caudal promedio de dos lecturas consecutivas y éste, multiplicado por el tiempo transcurrido, nos da el volumen.

Sea Q1 el caudal obtenido en el tiempo t1

Sea Q2 el caudal obtenido en el tiempo t2

$$Q1 + Q2$$

$$\text{El volumen} = \frac{(\dots\dots\dots)(t2 - t1)}{2} \quad (6.5)$$

La expresión 6.5 ha sido aplicada para obtener tanto los volúmenes de riego como los volúmenes de drenaje.

Cálculo del volumen aportado por la lluvia

Los datos meteorológicos¹⁴ fueron obtenidos de las estaciones Ingenio Taboga y Sub-Estación ICE - Cañas. A

continuación se presenta la precipitación registrada en Taboga:

MARZO	3.1 mm
ABRIL	45.9 mm
MAYO	180.8 mm
JUNIO	285.10 mm
JULIO 1° década	9.20 mm

En la Sub-Estación ICE las lluvias que se registraron durante el período fueron:

MARZO	8 mm.
ABRIL	229 mm.

El volumen recibido en cada parcela se obtuvo multiplicando la altura de lluvia por el área de la parcela en el mes respectivo. Así, en marzo, la parcela 1, de 4360 m², recibió 4360m² · 0.0031 m= 13.51 m³.

Los volúmenes aportados por la lluvia se muestran en los cuadros 7 (finca El Nilo) y 14 (lote experimental), en el Anexo 1. En enero se iniciaron los trabajos en San Luis y en febrero los de Taboga. Los primeros se extendieron hasta fines de mayo y los segundos hasta comienzos de julio.

Requerimientos de riego para el cultivo de arroz

El uso consuntivo de agua para el arroz fue determinado a partir de la evapotranspiración potencial, calculada por el Instituto Meteorológico Nacional y los coeficientes culturales propuestos por la FAO. Los valores obtenidos fueron ajustados por un factor de eficiencia de aplicación de 50%, valor muy generalizado en el riego de este cultivo. En el Anexo 1 se presentan los requerimientos de riego para el arroz sembrado en enero (Cuadro 5) y febrero (Cuadro 6).

¹⁴ Instituto Meteorológico Nacional. Descripción preliminar de clima de Taboga-Cañas, Guanacasta. 1992

VI. RESULTADOS

Los resultados generados provienen tanto de la finca comercial El Nilo como del experimento realizado en el Ingenio Taboga. A continuación se presentan los datos globales obtenidos a partir de las mediciones diarias tomadas durante el período vegetativo del arroz.

A. FINCA COMERCIAL EL NILO

- Los volúmenes de agua de riego recibidos por esta finca, del 10 de enero al 31 de mayo de 1993, fueron:

<u>Mes</u>	<u>Volumen m³/ha</u>
Enero	10.580.58
Febrero	11.928.94
Marzo	4.968.29
Abril	4.234.48
Mayo	2.404.80
TOTAL	39.117.09

En los primeros meses el riego es muy abundante. En los últimos meses, cuando los caudales de drenaje son grandes, el canalero advierte al productor de la necesidad de reducir el caudal de entrada.

La eficiencia en el uso del agua

Para evaluar la eficiencia de retención del agua en la parcela ubicada en la finca El Nilo, se calcularon los volúmenes de drenaje para períodos en que existieron datos, también para los volúmenes de riego durante el período vegetativo del arroz. Se tomó en cuenta que el riego se interrumpe algunos días, ya sea porque el Distrito de Riego Arenal ordena el corte

del agua para realizar reparaciones en el sistema de riego, o porque el agricultor decide estimular la renovación de raíces, o airear el suelo para favorecer procesos químicos que mejoren la productividad del cultivo. Los resultados se muestran en los cuadros 7 y 8 (Anexo 1). Para evaluar la eficiencia de retención de agua en la parcela se escogieron tres períodos: del 16 al 31 de marzo, del 15 al 30 de abril y del 1 al 31 de mayo. En enero y febrero, por falta de infraestructura, no fue posible hacer las mediciones de los caudales de drenaje. Se debe resaltar que el uso de volúmenes en lugar de los caudales y un lapso suficientemente largo de observaciones daría confiabilidad a los resultados

El lavado de agroquímicos con el agua de drenaje

Los valores de CE (Cuadro 9, Anexo 1) para el agua de riego varían entre 0.17 y 0.18 milimhos por cm, mientras que para el agua de drenaje fluctúan entre 0.19 y 0.34 milimhos por cm. Los valores mínimos se dan cuando la calidad del agua de drenaje es similar a la calidad del agua de riego; esto se produce cuando casi todas las sales han sido lavadas. El valor máximo es un indicador que parte de los agroquímicos aplicados al terreno para beneficio del cultivo y que son "lavados" por el agua de drenaje. Por lo tanto, el agricultor no está utilizando eficientemente sus insumos y se impone una modificación en sus prácticas de manejo del agua. Esta modificación redundará en una mayor protección al ambiente (menos Nitrógeno, menos Sulfatos, menos Zinc, y menos partículas

sólidas en los ríos), en menores costos de producción y consecuentemente, en mayores beneficios.

En este aspecto, los alcances del trabajo son limitados. Para conocer el tipo de agroquímicos disueltos en el agua de drenaje es necesario realizar mediciones dirigidas específicamente a ese fin. Aquí se enuncia una hipótesis a partir de la evidencia presentada en el cuadro 9 (Anexo 1) que un estudio específico deberá confirmar.

La productividad

En las 19.23 ha pertenecientes a la finca El Nilo se obtuvieron 1455 qq, lo cual representa una productividad de 75.23 sacos por hectárea; si cada saco se valora en ₡2850, esto significa un ingreso bruto de ₡215612.72 por hectárea. El promedio de rendimiento en la zona es de 75 sacos por hectárea. La productividad obtenida fue buena si se tiene en cuenta que ese año la pluviosidad había disminuido en ese ciclo.

Los costos de producción

De acuerdo con los datos proporcionados por el productor (Cuadro 10, Anexo 1) el paquete de insumos aplicado para obtener una cosecha de arroz durante el primer ciclo agrícola tiene un costo de 130210.80 colones/ha, sin contar el costo del agua. Un productor medio-no, como es el caso de esta finca, pagó en 1993 una tarifa de 2.860 colones/ha por el servicio del agua de riego. Esto significa que el costo total de producción es de 133070.80 colones/ha, lo cual le proporciona un beneficio neto de 82541.92 colones/ha, incluyendo el costo del agua. Sin contar el costo del agua el beneficio neto sería de 85408.91 colones/ha.

Si consideramos los costos de producción de este productor, el costo oficial del agua (la tarifa) representa el 2.14% del costo total de producción del arroz. Al relacionar el costo del agua por hectárea por ciclo (2860 colones) con el consumo por hectárea por ciclo

(34117m³/ha), resulta que el m³ de agua tiene un costo de ₡0.084, valor simbólico en comparación con el potencial que tiene el agua para generar beneficios.

B. EL EXPERIMENTO EN EL INGENIO TABOGA

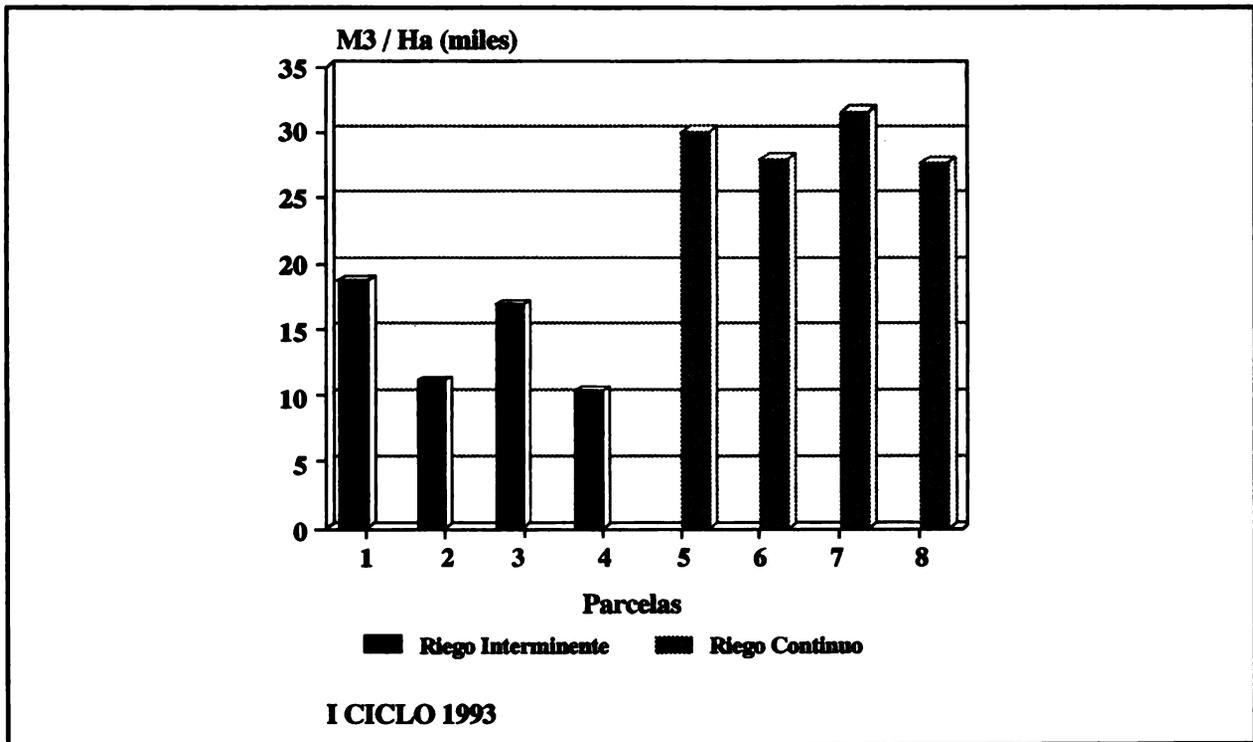
Los trabajos que formaron parte de este experimento tenían como objetivo principal estudiar el efecto de la lámina permanente en el cultivo del arroz (intermitente con reposición y en forma continua). Los resultados se pueden observar en el Anexo 1 (Cuadros 12, 13, 14, 15, 16 y 17, así como en las figuras 21 y 22).

El cuadro 12 detalla la secuencia cronológica de la aplicación del riego a cada parcela. También presenta los elementos para calcular los caudales y los volúmenes en cada riego. Las cargas hidráulicas sobre la parte superior de los tubos y los diámetros de éstos permiten calcular el caudal, y la diferencia de los tiempos nos conducen a los volúmenes (Cuadro 13). En la columna bajo el título de caudal y carga sobre el tubo, indicada en la parte superior, están referidos los caudales que ingresaron a la parcela por ese tubo y en la columna inferior, se indican las cargas hidráulicas sobre el tubo trabajando en descarga libre.

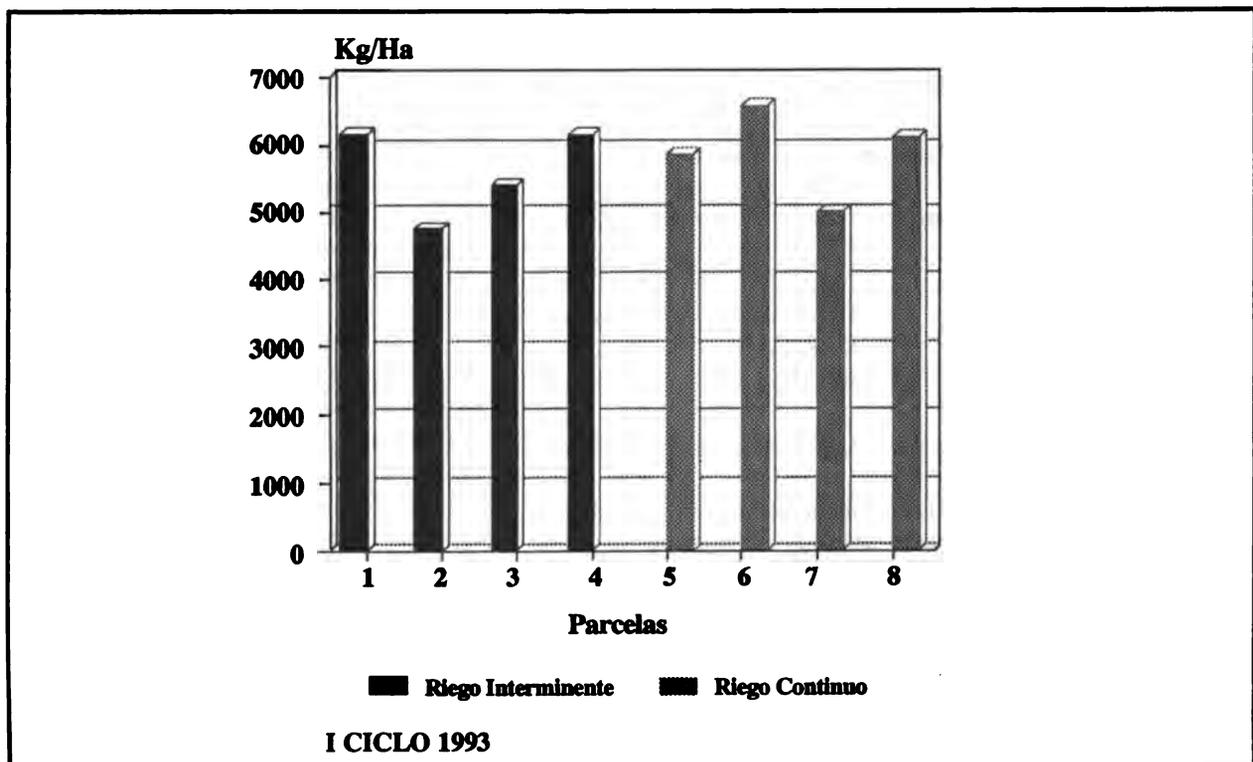
Los riegos se prolongaron hasta el 10 de julio de 1993 debido a que la cosecha, por el tipo de suelo (arcilloso) y la maquinaria empleada, se realiza en húmedo. En el cuadro 12, se indican los riegos diferenciados. Las parcelas del tratamiento T2 (riego continuo) recibieron el riego continuo después del cuarto riego.

El cuadro 13 muestra los volúmenes de agua (tanto de riego como de lluvia) recibidos por las ocho parcelas. Las parcelas 1 y 3 del tratamiento T1 recibieron el mayor número de riegos, 16 y 15, respectivamente, lo cual puede deberse a la capacidad de absorción de humedad que poseen estos suelos

**Figura 21. Consumo de agua riego según el manejo de la lámina
Ingenio Taboga, Distrito Arenal**



**Figura 22. Rendimiento de arroz según el manejo de la lámina
Ingenio Taboga, Distrito Arenal**



(arcillosos de tipo montmorillonita). Esta capacidad queda demostrada en las curvas de velocidad de infiltración.

Las parcelas 2 y 4 recibieron sólo 10 riegos y consecuentemente, un menor volumen de agua. Los 3 primeros riegos sirvieron para la germinación de las semillas.

En esta parte del PRAT se registró lluvia ligera en marzo y abril, y muy abundante en mayo, junio y julio.

Para las parcelas de riego continuo, a partir del cuarto riego se ha calculado el volumen de agua aplicado por mes. Las parcelas 4 y 2 recibieron los menores volúmenes de agua de riego.

En las parcelas del tratamiento T2 se presentan los volúmenes mensuales recibidos por cada parcela, así como el volumen total aplicado a cada parcela como agua de riego y luego convertido a m³/ha. También se pueden observar los aportes de la lluvia tanto mensual como total, por parcela y en m³/ha; igualmente, se aprecia el volumen total de agua recibida (en m³/ha) por la acción conjunta del agua de riego y de la lluvia.

Los volúmenes de riego recibidos por parcela fueron:

Tratamiento 1		Tratamiento 2	
Parcela	m ³ /ha	Parcela	m ³ /ha
1	18627.06	5	30187.07
2	11096.64	6	28080.69
3	16967.20	7	31785.14
4	10234.66	-	27796.84
-	-	-	-
x	14231.39	x	29462.44

Los volúmenes fueron controlados, por esta razón son menores que los que se aplican en condiciones comerciales. Sin embargo, hay que destacar que deben hacerse esfuerzos para reducir los volúmenes de agua de riego con consumos entre 17000 y 20000 m³/ha-primer ciclo.

El cuadro 14, referente al drenaje y a la eficiencia de retención de agua en la parcela, compara los volúmenes drenados con los volúmenes recibidos, tanto de agua de riego como por la lluvia. Las eficiencias son de poco más del 76% y 67% respectivamente.

En este caso, hubo mayor control del experimento, porque éste comenzó más tarde (febrero, 1993) y se realizó en parcelas que drenan el exceso de agua en una sola salida. Esa es la razón del alto porcentaje de eficiencia de retención de agua en la parcela con respecto al de la finca comercial. Es nuestra hipótesis que si se implantara la tarifa volumétrica del uso del agua, el productor haría un uso más cuidadoso del agua de riego, y tendería más hacia su economía. Esto último lo podría lograr utilizando dispositivos simples, similares a los empleados en este trabajo.

En el cuadro 15, se presentan los valores de CE obtenidos en el ingenio Taboga. Dichos valores son significativamente mayores para el agua de drenaje, que para el agua de riego. Esto implica que el agua de drenaje lava agroquímicos y que si se quiere hacer un uso más eficiente de los insumos de producción de arroz, el drenaje superficial debe ser eliminado. No obstante, esta observación debe ser verificada con estudios de mayor profundidad. Por otro lado, esta situación nos permite plantear la hipótesis de que el riego intermitente con reposición de lámina es una opción eficiente para los cultivos de arroz.

La información presentada en el cuadro 16 demuestra que las aguas de drenaje son neutras, con predominancia de bicarbonatos, sulfatos y cloruros. Sin embargo, por limitaciones del laboratorio no se pudieron determinar los niveles de cationes en solución. Estos resultados requieren ser confirmados con un estudio específico.

El cuadro 17 despliega los rendimientos cosechados con maquinaria.

La productividad promedio de cada tratamiento (5628 Kg/ha y 5855 Kg/ha para el T1 y el T2, respectivamente), es superior al rendimiento promedio de la zona; sin embargo, es necesario tener presente que en este ciclo se registraron menos horas de sol y temperaturas mínimas menores, lo cual pudo haber influido negativamente en el aprovechamiento de nutrientes y en el

desarrollo de las plantas. La diferencia entre los tratamientos (apenas 227 Kg/ha en favor del tratamiento T2 -con riego continuo-) nos asegura una preferencia por el riego intermitente si entrase en vigencia la tarifa volumétrica. Las figuras 21 y 22 ilustran la diferencia significativa en el consumo de agua según el tratamiento aplicado a cada parcela y, a la vez, la similitud en su rendimiento.

VII. MEDIDAS PARA SUPERAR LAS DEFICIENCIAS DEL MANEJO DEL AGUA

La abundante disponibilidad del recurso hídrico en el PRAT, su reducido valor tarifario y la escasa visión acerca del deterioro que, a largo plazo, se está causando sobre el potencial productivo del suelo, son elementos que propician el mal manejo del agua de riego.

En cada ciclo agrícola, cuando el productor riega, puede observarse el flujo de la escorrentía superficial cargado de partículas de suelo, y aguas abajo, la erosión de los cauces y la formación de cárcavas, todos ellos indicadores del manejo inapropiado del recurso hídrico.

A. FINCA COMERCIAL EL NILC

Los datos obtenidos representan, en orden de magnitud, lo que está ocurriendo con la producción comercial del arroz en el área de riego.

Durante el primer ciclo agrícola, El Nilo recibe 34117m³/ha de agua de riego. Esto es 3.2 veces más que el volumen neto de uso consuntivo requerido por el cultivo (34117/10595); es decir, la eficiencia de uso consuntivo del agua es de apenas un 31%: el 69% del agua recibida se pierde por escorrentía superficial, por percolación, por infiltración lateral o por evaporación.

La escorrentía superficial que se midió en los drenajes corresponde casi al 45% del agua de riego recibida por esta finca; es decir, que más de 15219 m³ de agua transitan por el terreno, desde la entrada hasta perderse en el dren colector, produciendo, además, toda una serie de

externalidades negativas como: erosión de suelo, lavado de nutrientes, lavado de agroquímicos (fertilizantes, Herbicidas, pesticidas e insecticidas), erosión de cauces, producción de cárcavas, deposición de sedimentos en el dren principal, alteración del ambiente, reducción de la capacidad de evacuación (esto puede producir inundaciones durante la época lluviosa) y elevación de costos (por rehabilitación de la capacidad de los drenes).

Por otro lado, la gran lámina de agua que se aplica a las parcelas facilita la percolación; esto, a su vez, hace subir el nivel del manto freático y condiciona el uso de agua en estas tierras a aquellos cultivos tolerantes a la saturación. Constituye, por lo tanto una limitante a la diversificación de cultivos¹⁵.

Adicionalmente, las masas de agua son ambientes propicios para la reproducción de insectos transmisores de enfermedades que afectan la salud humana y animal.

Es evidente la necesidad de mejorar el manejo del agua: los productores deben disminuir el volumen de agua de riego que están utilizando. Para esto, es imperativo que tanto los usuarios como los técnicos encargados de operar el sistema de riego, estén convencidos del impacto de las medidas correctivas en la protección del suelo y en su potencial productivo.

Asimismo, es necesario instalar una estación hidrométrica en la cabecera de la finca, realizar la adecuación parcelaria para encaminar el drenaje y favorecer una distribución uniforme del agua.

¹⁵ Doorembos et al. Necesidades de agua de los cultivos. 1978

B. INGENIO TABOGA

Manejo de volúmenes de agua

Los volúmenes de agua de riego recibidos por las parcelas del tratamiento T1, con riego intermitente, varían desde 10235 m³/ha hasta 18627 m³/ha, con un promedio de 14231 m³/ha. Es decir, estas parcelas reciben un volumen de agua más elevado que el requerimiento teórico para estas zonas (8765 m³/ha cuando el arroz se siembra en febrero), pero menor que el requerimiento bruto (17531 m³/ha). Esto significa que la eficiencia del agua de riego podría aumentarse al 61% con solo controlar la lámina de riego que se aplica intermitentemente, manteniendo el suelo saturado. Más aún, es posible alcanzar niveles de eficiencia todavía más elevados si se controla la altura de la lámina de agua al mínimo necesario, esto es, si se mantiene entre 0.05 y 0.07m.

El tratamiento T2 recibió, en promedio, 29464 m³/ha de agua de riego: o sea, el doble de la aplicada en el tratamiento T1. En este caso, la eficiencia de uso consuntivo es de apenas un 30%, es decir, la modalidad de riego con drenaje continuo desaprovecha el 70% del agua recibida. Es evidente que esta forma de riego, utilizada en el cultivo del arroz, debe modificarse para dar paso a prácticas más eficientes que le otorguen al agua el valor que merece como el principal insumo de la producción.

El cálculo del volumen de agua evacuado por los drenes controlados, indica una eficiencia de retención del agua en la parcela (ERAP) de casi 67.5% para las parcelas 5 y 7 y de 76% para las parcelas 6 y 8, con un promedio de 71% para el tratamiento T2.

La necesidad de mejorar la eficiencia del uso del agua de riego en el cultivo del arroz, impone la aplicación de las siguientes medidas:

- i. controlar los caudales de entrada,
- ii. reducir la altura de la lámina;
- iii. reponerla intermitentemente; y
- iv. reducir o eliminar el drenaje.

El lavado de agroquímicos

A nivel experimental, los altos valores de la Conductividad Eléctrica confirman que el agua de drenaje se carga de sales disueltas provenientes de los agroquímicos aplicados. A esto hay que agregar las sales que son transportadas en suspensión y arrastradas por la escorrentía superficial. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que los productores de arroz están haciendo un uso ineficiente de los insumos de la producción, ya sea por prácticas inapropiadas de manejo del agua de riego o por uso excesivo de agroquímicos.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El método de análisis utilizado permitió determinar que la eficiencia de uso consuntivo de agua de riego, a nivel comercial, es de solo un 31%. Sin embargo, si se adoptasen métodos de riego intermitente esta cifra podría incrementarse por encima del 60%. Considerando que es crítico darle un uso eficiente al agua, es fundamental preparar tanto a los técnicos como a los usuarios del sistema de riego en una gestión cuyas prácticas sean "ahorradoras de agua".

Por otra parte, si se establecen prácticas de drenaje controlado, es posible incrementar la eficiencia de retención de agua en la parcela en casi un 20%. En efecto, el nivel observado actualmente está alrededor del 55%, pero, con la adopción de las prácticas mencionadas podría elevarse a 71%.

La reducida tarifa aplicada al servicio de riego es uno de los factores que en mayor medida está contribuyendo a la escasa valoración del agua, y consecuentemente, a su uso descontrolado y derrochador. Nuestras estimaciones indican que tarifas superiores -hasta un 30% más- promoverían una gestión apropiada del fluido y un uso mucho más acorde con las necesidades del cultivo y de las condiciones edafoclimáticas. Al mismo tiempo, esta tarifa no afectaría dramáticamente los costos de producción de los parceleros.

Los residuos de los agroquímicos - que son conducidos a los drenes principales y luego al mar-, alteran la concentración de los sólidos en solución y en suspensión, y, al contaminar la vida acuática y el agua de consumo animal y

humano, afectan la vida en todas sus formas.

El manejo adecuado de los recursos hídricos no solo reducirá el desperdicio de agua, sino que reducirá las externalidades negativas señaladas en este documento. Con ello, se contribuirá de manera importante, a preservar las condiciones ambientales tan necesarias para mantener -e incluso incrementar- la producción. Además, si las condiciones son óptimas, se podría hasta pensar en aumentar la superficie de regadío cubierta por el PRAT.

La escasa preparación de los técnicos de las instituciones participantes, aunada a las deficiencias en el manejo del recurso agua por parte de los beneficiarios, incrementa los factores que contribuyen a su uso ineficiente.

La normativa actual para el uso del recurso agua en el área de influencia del proyecto, debería ser revisada y reformulada, particularmente en aquellos aspectos relacionados con el aporte institucional dirigido a mejorar la capacidad de los usuarios y a crear conciencia sobre los deberes y responsabilidades de todos los actores.

RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas sugerencias que buscan promover la adopción de prácticas que favorezcan un manejo integrado y racional del agua/suelo en el área del proyecto. Dichas recomendaciones se plantean de manera genérica para un perímetro de riego,

independiente del cultivo (o de los cultivos) que se pretenda desarrollar.

De orden general:

En primer término, se hace necesario formular una política de aguas, que incorpore explícitamente su uso múltiple (para diversas actividades); entre otros, debe prestársele especial atención al tratamiento del agua para riego. Dicha política debe apuntar hacia un uso racional del agua por parte del consumidor, y esto se lograría asignándole a dicho fluido su costo real. Por otra parte, el sistema, además de promover tarifas "apropiadas", debería incluir incentivos por uso eficiente, adoptando mecanismos que premien a aquellos productores que se aproximen a los parámetros de utilización óptima.

Es necesario consolidar un sistema de monitoreo y supervisión de uso del agua cuyo propósito sea garantizar su uso racional, y promover una gestión del agua que permita alcanzar máximos rendimientos. La operacionalización de este sistema permitiría optimar el beneficio social que se le asignó al proyecto en sus inicios.

Como parte del programa de extensión se debe diseñar y poner en acción un programa de alternativas de manejo del agua que reoriente todas y cada una de las fases de producción del cultivo del arroz. Especial atención deberá prestarse a aquellas medidas correctivas relacionadas con el control del caudal de entrada, el tiempo de riego, la altura de la lámina sobre la superficie y los caudales de drenaje.

Los fundamentos del programa de alternativas de manejo del agua deben ser un conjunto de ensayos sobre el manejo del agua en el área del PRAT. De esa forma, se podrán cuantificar los volúmenes óptimos de agua de riego, y además, se podrán determinar, con mayor precisión, los procesos existentes en la

relación suelo-planta-agua. Esta información permitirá optimar el uso del agua en el contexto de una agricultura sostenible. La ejecución de dicho programa podría negociarse con los centros universitarios regionales existentes, ya que éste podría cumplir también objetivos didácticos, beneficiando a ambas partes involucradas.

Considerando las externalidades inherentes a la utilización de agua para riego y la ineficiencia en su uso -y en el de otros insumos que participan en los procesos de producción-, se hace necesario monitorear la calidad del agua antes de su uso, durante el proceso de riego y después de que haya sido utilizada. Así se lograrían introducir las correcciones necesarias en las diversas fases del proceso productivo.

El éxito de un proyecto de riego depende tanto del buen uso que se les dé a los recursos humanos como del suelo, del agua, de la infraestructura y de los insumos de la producción; por ello, la operación del sistema de riego debe recibir la misma consideración que reciben las obras físicas. En tal sentido, la capacitación del beneficiario, para que participe y contribuya al uso eficiente del agua y al manejo sostenible de los recursos, es de vital importancia.

Los productores deben participar en la reorientación de la operación del sistema de riego, contribuyendo en la elaboración del plan de cultivo y riegos, y otorgándole al agua el valor que le corresponde como el insumo capital de la agricultura sostenible.

Relacionadas con el micro manejo del agua y del suelo :

Para prosperar, el arroz requiere condiciones de saturación; por eso, los suelos arcillosos -que tienen alta capacidad de retención de agua y baja transmisibilidad- son adecuados para su cultivo. Por esta misma razón, no es

recomendable destinar al cultivo de este grano, aquellos suelos cuya velocidad de infiltración básica sea superior a 10 mm/día. La formación de una capa compacta cerca de la superficie favorecerá la economía del agua. Es decir, en el área del Proyecto, los cultivos deben establecerse de acuerdo con la capacidad de uso de los suelos. No considerar este aspecto, significa, de antemano, darle un uso ineficiente al agua.

En las fincas en las que se siembra arroz en terrazas o en curvas de nivel, debe adecuarse el paso del agua, de manera que se reduzca el número de puntos de drenaje. De ese modo, se podrá asegurar un uso racional del agua de riego y se podrá estudiar, con precisión e integralmente, el efecto del drenaje (lavado del suelo y de agroquímicos).

Es preciso instalar vertederos, circulares o rectangulares, en los puntos en los que el agua pasa de una terraza a la siguiente, para que se transfiera sólo el agua que excede a la lámina de mantenimiento.

Los esfuerzos por regar los cultivos de arroz deben concentrarse, además, en disminuir, los fuertes caudales de entrada y las grandes láminas de mantenimiento. Para ello, hay que construir estaciones hidrométricas que faciliten el control y la medición de los caudales. La cuantificación es el punto de partida para obtener una mayor eficiencia en el uso del agua.

Deben reducirse los volúmenes de agua de riego aplicados durante la lámina de mantenimiento y programar el riego intermitente. En tales condiciones se estima una economía de agua de 50%.

Ligadas al usuario y al manejo sostenible de los recursos suelo y agua

Al ponderar los insumos de la producción, el usuario debe concederle al

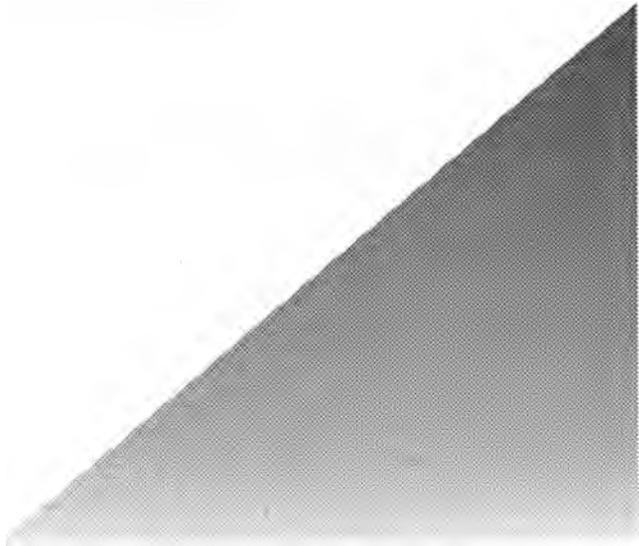
agua su valor real y reconocer que ésta es un factor determinante para el éxito de su actividad: sin agua es poco probable que obtenga una cosecha que remunere su esfuerzo. En este sentido, es fundamental que la tarifa por el servicio del agua de riego sea proporcional al volumen de agua utilizado.

Las fechas de siembra deben adecuarse a las condiciones medioambientales, de manera que se ajusten favorablemente al período vegetativo del cultivo (por ejemplo, mayor luminosidad, mayor precipitación y menor efecto del viento). Además, con el fin de minimizar la utilización de agroquímicos, es importante establecer un programa de diversificación de cultivos. Estas medidas surtirán un doble efecto: a nivel del área permitirán reducir las externalidades medioambientales negativas y a nivel de parcela, probablemente reducirán costos de producción.

Como parte de un programa estructurado de capacitación, debería prepararse a los usuarios en el manejo racional y sostenible del agua de riego, haciendo énfasis en la adecuación parcelaria y en la armonía entre caudal, pendiente del terreno y textura del suelo. De ese modo se podrá evitar la erosión y se logrará un mejor aprovechamiento del agua. De igual manera, sería necesario incorporar módulos especiales de capacitación sobre el uso apropiado de agroquímicos: correcta aplicación, preferiblemente terrestre, disminución de los efectos residuales que merman el potencial productivo del suelo y limitan la posibilidad de rotar o diversificar cultivos. Además, una correcta aplicación de los agroquímicos reduciría sus efectos nocivos sobre la salud humana.

IX. BIBLIOGRAFIA

- CHOW VEN TE. 1978. Open Channel Hydraulics (Hidráulica de canales). McGraw Gill Book Company. New York.**
- DOOREMBOS Y PRUITT. 1977. Necesidades de agua de los cultivos. Boletín 24 de la Colección de Riego y Drenaje de la FAO. Roma, Italia.**
- ICE. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD D.I.E. (1986). Proyecto Hidroeléctrico Sandillal. 19 páginas. San José, Costa Rica.**
- IICA-CEPPI. 1993. Actualización del Plan Maestro del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Coronado, San José, Costa Rica.**
- INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1992. (Depto. de Agrometeorología), Descripción preliminar de clima de Taboga-Cañas, Guanacaste. 19 páginas. San José, Costa Rica.**
- MILLAR, A. 1993. Ambiente y sostenibilidad de la agricultura bajo riego en Brasil. Serie de documentos de Programas # 37. IICA. San José, Costa Rica.**
- PIZARRO, H. 1993. Principios fundamentales para la Planificación de la Agricultura de Regadío en el Distrito Arenal. 57 páginas. Convenio IICA-SENARA. Cañas, Guanacaste, Costa Rica.**
-



ANEXO 1

Cuadro 1: Prácticas de Manejo del Agua

PRACTICAS DE MANEJO DEL AGUA

Caracterización	Recomendación Técnica	Práctica Observada	Posibles impactos medio ambientales
Rol de Agua	3 a 5 cm	Mayor de 10 cm	Consumo elevado de agua de riego, lavado de suelo y agroquímicos. Ineficiente manejo de los insumos
Lámina de mantenimiento	Intermitente	Continua	Consumo excesivo de agua. Lavado de suelo y agroquímicos. Deposición de sólidos. Salinización de suelos.
Formas de aplicación	Arcillosos, altamente retentivos	Arcillosos, franco arcillosos y francos.	La percolación hace subir el manto freático y saliniza los suelos
Caudal aplicado	Bajo	En algunos casos alto	Fuerte percolación con elevación del manto freático y salinización de los suelos.
Tipos de suelos	Superficie nivelada para facilitar la aplicación de una lámina uniforme	En general, la superficie no está nivelada	Lámina poco uniforme, muy grande en algunas partes; pequeña en otras. Aplicación excesiva de agua.
Caudal aplicado	Moderado en relación, con el ancho y largo de la terraza	Desmesurado, sin técnicas apropiadas para cuantificar la relación largo, ancho, y pendiente superficial. Caudal excesivo.	Excesiva aplicación agua.
Tamaño de la parcela	Se requiere experimentación. Ejemplo: 100 m ancho 50 m largo, pendiente 0.5%, 20 L/S	Hasta 4 ha, con caudales mucho mayores que los requeridos	Aplicación poco uniforme, riego lento, fuerte percolación con lavado de agroquímicos en solución. Subida del manto freático y salinización del suelo.

Cuadro 1: Prácticas de Manejo del Agua (cont.)

Rol del agua	Satisfacer la evapotranspiración del cultivo	Facilitar las operaciones mecanizadas. Evapotranspiración refrigerante, aleja las ratas. Control de malezas.	Mayor volumen aplicado, mayor drenaje y mayores consecuencias negativas
Costo del servicio del riego	Costo real	Inferior al costo real. El productor no utiliza mano de obra para asegurar el manejo eficiente	Uso excesivo del agua, manejo sin control, drenaje excesivo del agua: avado de suelos y agroquímicos, erosión de cauces. La deposición de suelos demanda mayores costos de rehabilitación.
Control del caudal aplicado	Usar un dispositivo de medición	No se mide el agua	Uso excesivo del agua
Control de la lámina de mantenimiento	Utilizar dispositivos para mantener la lámina en la terraza y drenar solo el exceso	Se abren boquetes completos, los caudales de drenaje son abundantes/excesivos.	Lavado de suelos y fertilizantes. Se emplea un volumen de agua muy superior al necesario.

Cuadro 2: Velocidad de Infiltración parcela 1 y 3. Ingenio Taboga.

Fecha	Parcela	Infiltración Acumulada	Velocidad de Infiltración
		0.32	-0.68
12-02-93	1	I=9.71 T	Vi=186.4 T
		0.632	-0.368
25-02-93	3	I=0.0468 T	Vi= 1.774 T

I = Infiltración acumulada, en cm.
T = Tiempo en minutos.
V.I. = Velocidad de infiltración, en cm/hora.

La infiltración básica a valor constante, obtenida a las 24 horas, fluctúa entre 1.05 y 1.32 cm/hora y 0.12 cm/hora para las parcelas 1 y 3, respectivamente; los valores son altos porque de tenerse una lámina permanente que es alimentada continuamente producen volúmenes de percolación, de 3168 m³/día y 288 m³/día, respectivamente y consumos muy elevados de agua de riego. El comportamiento de estos suelos debe estudiarse cuidadosamente para manejar apropiadamente la relación suelo-agua. La compactación es una práctica imperativa en el riego de arroz para reducir al mínimo la velocidad de infiltración.

**Cuadro 3: Principales Elementos Climáticos Registrados en la Estación Taboga.
Valores Promedio y Valores Específicos para 1993**

		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
		Promedio	1993	Promedio	1993	Promedio	1993	Promedio	1993	Promedio	1993	Promedio	1993
Temp. (°C)*	Max.	31.5	31.55	32.5	32.75	33.7	33.57	34.1	34.97	33.5	32.90	32.2	32.86
	Med.	27.1	26.33	27.9	25.81	28.5	26.94	29.	28.071	28.8	27.35	27.8	27.22
	Min.	22.6	21.11	23.2	18.86	23.4	20.01	24.2	21.26	24.0	21.79	23.4	21.57
Humedad Relativa (%)*	Max.		84.12		77		77.94		79.5		95.88		90.83
	Med.	63	71.72	60	63	60	62.69	63	62.6	72	78.80	79	75.92
	Min.		59.32		49.0		49.44		45.7		61.71		90.83
Brillo Solar (Horas)*	Med.	9.7	8.43	10.2	10.19	10	9.8	9.2	8.28	6.9	5.11	5.8	5.50
Velocidad del Viento (km/h)*	Med.	19.6	10.60	18.8	11.97	16.9	12.0	15.1	9.90	11.7	5.20	8.5	5.44
Precipitación (mm)**	Mens.	1.6	0	3.7	0	15.6	3.1	37.5	45.90	218.3	180.8	254.4	285.1
	Acum.	1.6	0	5.3	0	20.9	3.1	58.4	49.0	276.7	229.8	531.	514.91
Evapo- transpiración Potencial	Mens.	204.6		201.6		232.5	213.	167.4		129			
	Acum.	204.6		406.2		638.5	851.5	1018.9		1147.9			

* Promedio del período 1984-1990

** Promedio del período 1968-1990

Cuadro 4: Calibración de la Estación Hidrométrica en la finca El Nilo. Datos para Curva Calculada.

$$Q = 0.9 \times 0.36 (9.81 \times Y_c)^{0.5} \quad q = (gY_c)^{0.5}$$

$$Q = 1.099364276 (Y_c)^{1.5}$$

Y mc 1/s	Q Yc	Q	Q
0.05	12	0.34	218
0.06	16	0.35	228
0.07	20	0.36	237
0.08	25	0.37	247
0.09	30	0.38	258
0.10	35	0.39	268
0.11	40	0.40	278
0.12	46	0.41	289
0.13	52	0.42	299
0.14	56	0.43	310
0.15	64	0.44	321
0.16	70	0.45	332
0.17	77	0.46	343
0.18	84	0.47	354
0.19	91	0.48	365
0.20	98	0.49	377
0.21	106	0.50	387
0.22	113		
0.23	121		
0.24	129		
0.25	137		
0.26	146		
0.27	154		
0.28	163		
0.29	172		
0.30	181		
0.31	190		
0.32	199		
0.33	208		

Cuadro 5. Requerimiento de Uso Consuntivo del Cultivo de Arroz para el Área del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (Mes de Siembra: Enero. Primer Ciclo)

Mes	EVTP mm	Kc	EVTR mm	Lluvia Efectiva (80%) mm	Requerimiento de Riego Neto mm	Requerimiento de de Riego Bruto (50%) mm	Volumen Bruto m ³ /ha
FEB	195.3	1.15	224.60	0.0	224.60	449.20	4492.0
MAR	196.0	1.15	225.40	0.0	225.40	450.80	4508.0
ABR	226.3	1.35	305.51	0.0	305.51	611.02	6110.2
MAR	195.0	1.15	224.25	0.0	224.25	448.50	4485.0
JUN	155.0	1.05	162.75	83.0	79.75	159.50	1595.0

El volumen neto de agua requerido para el riego de arroz es de 10595.1 m³/ha. Sin embargo, con una eficiencia de 50% este volumen se eleva a 21190.2 m³/ha.

Cuadro 6. Requerimiento de Uso Consuntivo del Cultivo de Arroz para el Área del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (Mes de Siembra: Febrero. Primer Ciclo)

Mes	EVTP mm	Kc	EVTR mm	Lluvia Efectiva (80%) mm	Requerimiento de Riego Neto mm	Requerimiento de de Riego Bruto (50%) mm	Volumen Bruto m ³ /ha
FEB	196.0	1.15	225.40	0.0	225.40	450.80	4508.0
MAR	226.3	1.15	260.25	0.0	260.25	520.50	5205.0
ABR	195.0	1.35	263.25	0.0	263.25	526.50	5265.0
MAR	115.0	1.15	178.25	83.0	95.25	190.50	1905.0
JUN	132.0	1.05	138.50	104.4	34.20	64.409	684.0
TOTAL							17.351

El volumen neto de agua requerido para el riego de arroz es de 8765.5 m³/ha. Sin embargo, con una eficiencia de 50% este volumen se eleva a 17531 m³/ha.

Cuadro 10: Costo de Producción en la Finca El Nilo. Cultivo de Arroz. I Ciclo 1993 (Área total 48.4 ha).

Rubro	Costo Unitario	Costo Total
A: LABORES		
Quemas bordos	2.600	2.600
Aplicación de abono y semilla		94.500
Limpieza de terrazas		6.600
Manejo de riego		12.540
Fumigación manual		9.780
Aplicación de abono		109.631
Aplicación Nabu		29.670
Aplicación Urea		66.460
Chapia		40.000
SUBTOTAL A		371.781
B: LABORES POR CONTRATO		
Preparación del terreno		736.000
Aplicación aérea		163.730
Reparación de boleadora		7.500
Asistencia técnica		65.000
SUBTOTAL B		972.230
C: INSUMOS		
Gramoxon 2.5 galones	2.404.80	6.012
Semilla 174 quintales	3.950.00	687.300
10-30-10- 141 quintales	1.574.76	222.041
25-00-25 152 quintales	1.540.00	234.080
Zinc (19 sacos)	2.354.84	44.780
Hormonal	659.90	25.076
Actril (83 litros)	1.640.00	13.672
W.K. (6 litros)	1.031.67	6.190
Agrol (15 litros)	345.00	5.175
Nabu 4.5 galones	13.659.78	61.469
Racumín 23 sacos, maíz 5 quintales y vainilla 1 litro		31.548
Formonal (30 litros)	657.90	19.737
Abono foliar (25 kg)	2.430.48	60.762
Urea 461 sacos	1.427.00	657.847
Metamodofos 2 litros	14.4000.00	28.800
Cigar 19 litros	710.00	13.500
Ram-Mortal 5 litros	605.00	3.025
Comoset 1 saca	14.500.00	14.500
SUBTOTAL C		2.135.514
D: OTROS		
Alquiler del terreno (48.4 ha)	20.000.00	968.000
Administración (5 meses)	20.000.00	100.000

Cuadro 10 (continuación)

SUBTOTAL D		1.068.000	
Rubro	Costo Unitario	Costo Total	
Costo directo de producción		4.547.525	
Costo financiero		378.960	
Tarifa de agua (48.4 ha)		138.424	
Costo de corte		1.000.521	
Costo de transporte		375.195	
Costo total		6.440.624	
Costo por ha.		133.070	
Rendimiento por ha. (sacos de 73.6 kg)		75	
Ingreso bruto por ha.		215.612	
Beneficio neto		82.541	
Consumo de agua por ha. En m ³		34.113	
Costo de agua por ha. En colones		2.860	
Costo del m ³		0	
% del costo del agua referido al costo de producción		2	

Cuadro 11 a: Insumos. Finca Taboga.

Fecha	Contenido	Kg/ha
13-02-93	8-40-12*	150
12-03-93	Urea-zinc	150
24-03-93	26-0-26*	150
14-04-93	Urea- (46%)	135
30-04-93	Urea- (46%)	90
14-05-93	Urea (46%)	90

(* Nitrógeno, Fósforo y Potasio)

Cuadro 11 b: Agroquímicos para combatir malezas, plagas y enfermedades. Finca Taboga.

FECHA	PRODUCTO	DOSIS
05-03-95	Nabu-s	1 L/ha
04-04-93	TAMARON	1 L/ha
	ACTRIL	0.75 L/ha.
05-06-93	DEROSAL	0.5 L/ha.
	AGROL	1.0 L/ha.
	MANCOZEB	3 L/ha.
	TAMARON	0.8 L/ha.
	BORO	1 kg/ha.
	MANCOZEB	3 L/ha.
12-06-93	ACIDO CITRICO	20 g/ha.

Toda el área experimental recibió la dosificación de semillas y agroquímicos por vía aérea, la que supone una gran homogeneidad en la aplicación. Debemos señalar que cada finca tiene su patrón tecnológico para la aplicación de fertilizantes, y de agroquímicos, dependiendo del grado de infestación y de si reciben o no asistencia técnica. En el Ingenio Taboga la siembra se hace al voleo con avión; en El Nilo, de forma mecanizada manual, usando voleadora.

Cuadro 12. Número de Riegos y Elementos para el Cálculo del Caudal y del Volumen de Aplicación. Estudio Comparativo de Dos Modalidades de Aplicación del Agua de Riego en el Cultivo de Arroz. Ingenio Taboga.

No. de Riego	No. De Parcela	Mes	Día	Hora Inicio	Hora Final	Diámetro del Tubo pulgadas	Caudal 1	Carga 2	S/EL 3	Tubo (cm)4
4	1	MAR	15	8.40	11.40	4	11	11	11	11
							21	20	20	20
							11	11	11	11
4	3	MAR	15	8.40	11.40	4	20	20	20	19.5
							10	9	9	9
4	2	MAR	18	7.40	11.15	4	16.5	14	14	13
							10	10	10	10
5	1	MAR	20	7.50	10.40	4	17	16	16	15
							11	11	11	11
5	3	MAR	21	8.00	9.45	4	20	19	19	19
							10	10	10	10
4	4	MAR	22	6.45	11.00	6	18	17	17	16
4	5	MAR	22	11.00	4.00	6	8			
4	6	MAR	22	11.00	3.30	6	10			
4	7	MAR	23	7.30	2.40	6	10			
4	8	MAR	23	7.30	3.00	4	8			
							10	9	9	9
5	2	MAR	24	6.40	10.30	4	16	14	14	13
							8	8	8	8
6	1	MAR	26	7.00	12.00	4	10	10	10	10
							8	8	8	8
6	3	MAR	26	7.00	12.00	4	9	9	8.5	8
							9	9	9	9
7	1	MAR	31	7.15	11.00	4	14	14	13	13
							9	10	9	9
6	2	ABR	01	6.50	11.40	4	14	15	13	13
							9	9	9	9
5	4	ABR	01	11.45	3.30	4	14	13	13	13
							9	9	10	10
7	3	ABR	02	7.45	10.45	4	14	14	15	15
							10	10	10	10
8	1	ABR	05	7.15	10.30	4	16	16	16	17
							10	10	10	11
8	3	ABR	11	10.00	1.30	4	18	18	18	19
							11	11	11	11
9	1	ABR	11	7.15	10.00	4	9	10	9	9
							19	20	20	20
7	2	ABR	12	7.15	11.20	4	14	15	13	13
							10	9	9	9
6	4	ABR	12	11.20	3.00	4	15	14	14	14
							11	11	11	11
10	1	ABR	18	7.30	10.30	4	19	20	20	20
							11	10	10	10
9	3	ABR	21	7.10	10.30	4	19	18	18	18
							10	11	11	11
11	1	ABR	24	7.20	10.25	4	18	19	19	19
							10	10	10	11
8	2	ABR	25	7.10	10.45	4	18	18	18	19
							9	9	9	10
7	4	ABR	25	10.45	2.15	4	13	13	13	15
							10	10	10	10

Cuadro 12. (cont.)

No. de Riego	No. De Parcela	Mes	Día	Hora Inicio	Hora Final	Diámetro del Tubo pulgadas	Caudal 1	Carga 2	S/EL 3	Tubo (cm)4
10	3	ABR	27	7.10	10.45	4	15	15		16
							11	11	11	11
12	1	MAY	01	7.10	10.15	4	19	20	20	20
							10	10	10	10
9	2	MAY	02	7.10	10.00	4	15	16	16	18
							10	10	10	10
11	3	MAY	03	7.15	10.00	4	17	17	17	18
							8	8	8	9
8	4	MAY	03	10.10	1.20	4	10	10	10	12
							11	11	11	11
13	1	MAY	16	7.20	10.10	4	20	21	21	21
							10	10	10	10
12	3	MAY	18	7.20	10.10	4	17	17	17	18
							11	11	11	11
14	1	JUN	04	7.15	10.15	4	19	20	20	20
							10	10	10	10
13	3	JUN	04	10.15	1.30	4	15	15	15	16
							11	11	11	11
15	1	JUN	10	7.10	10.00	4	20	21	21	21
							10	11	11	11
14	3	JUN	10	10.00	1.00	4	18	19	19	19
							6	6	7	8
9	4	JUN	13	7.30	12.50	4	4	4	5	10
							10	10	10	10
16	1	JUL	10	7.30	11.00	4	16	17	17	17
							9	9	9	10
15	3	JUL	10	7.30	11.15	4	14	14	14	15

Cuadro 13. Volúmenes de Agua en m3 aplicados a cada parcela. Ingenio Taboga.

RIEGO	NUMERO DE PARCELAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	744.00	1.260.00	906.00	1.350.00	735.00	1.071.00	864.00	1.260.00
2	630.00	930.00	540.00	550.00	648.00	594.00	675.00	486.00
3	607.4	748.8	609.84	759.15	662.4	793.8	455.40	1.058.4
4	475.2	477.3	475.20	612.00	352.0	337.0	537.21	526.5
5	407.2	510.60	277.20	486.00				
6	576.00	643.80	576.00	488.84				
7	486.00	543.46	410.40	499.50				
8	468.00	528.41	516.60	375.41				
9	435.60	407.52	615.49	518.40				
10	475.20		516.00					
11	477.25		396.00					
12	488.35		407.52					
13	422.93		468.00					
14	475.20		464.40					
15	448.27		499.50					
16	504.00							
APL:								
Marzo	760.00	746.00	909.00	923.00				
Abril	2.755.04	2.704.73	3.295.03	3.345.33				
Mayo	1.214.58	1.346.23	1.452.63	1.665.08				
Junio	2.040.34	1.907.41	2.440.28	2.359.17				
Julio	648.80	636.95	775.96	787.81				
Suma Vol.	8.121.40	6.049.89	7.577.55	5.639.30	9.056.12	10.137.13	11.404.51	12.411.2
m3/ha	18.627.06	11.096.64	16.969.20	10.234.66	30.187.07	28.080.69	31.785.14	27.796.8
Aporte de lluvia:								
Marzo	13.51	16.90	13.85	17.08	9.30	11.19	11.12	13.84
Abril	200.12	250.25	204.99	252.91	137.70	165.70	164.69	204.94
Mayo	788.29	985.72	807.45	996.21	542.40	652.69	648.71	807.27
En Volumen:								
Junio	1.243.04	1.554.37	1.273.26	1.570.90	855.30	1.029.21	1.022.94	1.272.97
Julio	258.11	322.76	264.38	326.19	177.60	213.71	212.41	264.33
Volumen de lluvia	2.503.07	3.130.00	2.563.93	3.163.29	1.722.30	2.072.50	2.059.87	2.563.35
M3/ha (lluvia)	5.741.00	5.741.00	5.741.00	5.741.00	5.741.00	5.741.00	5.741.00	5.741.00
m3 Total	10.624.47	9.179.89	10.141.48	8.802.59	10.778.42	12.209.63	13.464.38	14.974.6
m3/ha Total	24.368.06	16.837.64	22.708.20	15.975.66	35.928.07	33.821.69	37.526.14	33.537.8

Cuadro 14. Volumen Drenado (m3) por las Parcelas de Riego Continuo. Ingenio Taboga.

	Marzo 26-31	Abril 01-30	Mayo 01-31	Junio 01-30	Julio 01-11	Promedio de ERAP
Parcelas 5 y 7	79.38	1065.398	1814.898	1775.97	419.094	
Parcelas 6 y 8	239.148	1679.02	2375.226	2502.342	675.310	
Volumen aplicado más aporte de la lluvia en m3, parcelas 5 y 7	1689.42	6352.46	3858.34470.872	6358.86	1813.97	
Volumen aplicado más aporte de la lluvia en m3, parcelas 6 y 8	1694.03	6420.70	52.96	6568.772.076	1902.80	
Eficiencia de retención en la parcela ERAP parcelas 5 y 7 (%)	93.30	83.23	46.87	61.90	76.90	76.09
Eficiencia de retención en la parcela ERAP parcelas 6 y 8 (%)	85.88	73.85			64.51	66.60

Cuadro 15: Conductividad Eléctrica (CE) , en mmhos/cm, en el Agua de Drenaje. Cultivo de Arroz. Finca Ingenio Taboga. Paso Hondo. Primer Cido 1993

		26-03 93	27-03 93	28-03 93	29-03 93	30-03 93	31-03 93	01-04- 93	04-04 93	16-04 93	17-04- 93	18-04 93
Parcelas 5 y 7	1	0.34	0.35	0.31		0.35	0.20	0.16	0.24	0.25	0.27	
	2	0.30	0.31	0.35	0.34							
	3	0.30	0.33	0.32	0.31	0.36						
	4	0.30	0.26	0.32	0.32	0.26	0.36	0.34	0.23	0.27	0.24	
Parcelas 6 y 8	1	0.28	0.29	0.28	0.22		0.22	0.20	0.26	0.21	0.26	0.19
	2	0.29	0.33	0.27	0.24	0.23						
	3	0.28		0.26	0.24	0.22	0.21					
	4	0.29	0.30	0.35	0.24	0.22	0.26		0.16	0.20	0.19	0.19
Parcelas 5 y 7		18-04 93	19-04 93	20-04 93	21-04 93	04-05 93	05-05 93	06-05 93	07-05 93	08-05 93	09-05 93	10-05 93
	1	0.27	0.25	0.22	0.20	0.26	0.23	0.21	0.19	0.14	0.13	0.12
	4	0.24	0.22	0.20	0.19	0.16	0.21	0.19	0.18	0.18	0.12	0.15
	1	0.19	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.09	0.09
Parcelas 6 y 8	4	0.19	0.15	0.21	0.15	0.24	0.15	0.14	0.14		0.08	0.09
		11-05 93	12-05 93	13-05 93	15-05 93	16-05 93	17-05 93	18-05 93	19-05 93	20-05 93	24-05 93	25-05 93
	1	0.11	0.10	0.13	0.18	0.18	0.18	0.16	0.14	0.20	0.12	0.09
	4	0.11	0.12	0.12	0.18	0.18	0.16	0.16	0.15	0.12	0.10	0.10
Parcelas 6 y 8	1	0.09	0.12	0.11	0.17	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.11	0.08
	4	0.10	0.10	0.11	0.17	0.18	0.16	0.15	0.14	0.11	0.08	0.08
Parcelas 5 y 7		26-05 93	30-05 93	31-05 93	01-06 93	02-06 93	03-06 93	04-06 93	05-06 93	06-06 93	07-06 93	08-06 93
	1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12	0.13	0.13	0.12
Parcelas 6 y 8	4	0.10	0.10		0.10							
	1	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12
	4	0.08	0.09	0.10	0.10							

La Conductividad Eléctrica del Agua de entrada 0.10 mmhos/cm

Cuadro 16: Algunos Aniones, PH y CE contenidos en el agua de drenaje del estudio comparativo del manejo del agua de riego. Ingenio Taboga, 1993

Fecha	Parcela	PH	mmhos CM	HCO3	CO3	S=4	meq/c CL	SUMA
04-05-93	7-1	7.02	0.16	1.59	0.00	0.16	0.15	1.90
04-05-93	7-2	6.94	0.24	2.21	0.00	0.32	0.10	2-63
03-05-93	8-2	7.01	0.19	1.87	0.00	1.08	0.20	3.15
04-05-93	8-1	7.05	0.26	2.59	0.00	0.64	0.15	3.38
04-05-93	8-2	7.02	0.16	1.57	0.00	0.52	0.20	2.29
05-05-93	7-1	6.88	0.22	2.00	0.00	1.12	0.10	3.22
16-05-93	7-1	6.88	0.17	1.25	0.00	0.40	0.45	2.10
16-05-93	8-1	6.91	0.16	1.10	0.00	0.40	0.45	1.95
17-05-93	7-1	6.65	0.16	1.57	0.00	0.20	0.15	1.92
17-05-93	8-1	6.70	0.16	1.51	0.00	0.24	0.20	1.95
18-05-93	7-1	6.57	0.15	1.27	0.00	0.20	0.15	1.62
18-05-93	8-1	6.59	0.15	1.38	0.00	0.20	0.15	1.73
19-05-93	7-1	6.62	0.15	1.36	0.00	0.20	0.15	1.71
19-05-93	8-1	6.64	0.14	1.34	0.00	0.20	0.15	1.69
20-05-93	7-1	6.72	0.15	1.46	0.00	0.20	0.15	1.81
20-05-93	8-1	6.72	0.14	1.34	0.00	0.48	0.15	1.97
24-05-93	7-1	6.62	0.12	1.19	0.00	0.16	0.15	1.50
24-05-93	8-1	6.61	0.11	1.10	0.00	0.20	0.15	1.45
02-06-93	7-1	7.50	0.11	1.06	0.00	0.28	0.15	1.49
02-06-93	8-1	6.62	0.10	1.00	0.00	0.32	0.20	1.52
03-06-93	7-1	6.72	0.10	1.06	0.00	0.56	0.20	1.82
03-06-93	8-1	6.80	0.10	1.02	0.00	0.36	0.15	0.53
04-06-93	7-1	6.74	0.11	1.06	0.00	0.48	0.15	1.69
04-06-93	8-1	6.72	0.11	1.06	0.00	0.28	0.20	1.54
05-06-93	7-1	6.70	0.12	1.17	0.00	0.28	0.20	1.65
05-06-93	8-1	6.78	0.12	1.06	0.00	0.20	0.20	1.46
06-06-93	7-1	6.89	0.13	1.17	0.00	0.28	0.20	1.65
06-06-93	8-1	6.84	0.12	1.08	0.00	0.40	0.20	1.68
07-06-93	7-1	6.78	0.13	1.21	0.00	0.48	0.20	1.89
07-06-93	8-1	7.01	0.12	1.12	0.00	0.48	0.15	1.75
08-06-93	7-1	6.89	0.12	1.19	0.00	0.12	0.15	1.46
08-06-93	8-1	6.85	0.12	1.19	0.00	0.32	0.20	1.71
09-06-93	7-1	6.86	0.12	1-21	0.00	0.76	0.20	2.17
09-06-93	8-1		0.12	1.21	0.00	0.40	0.20	1.81
12-06-93	8-1	6.82	0.14	1.23	0.00	0.24	0.20	1.67
13-06-93	8-1	6.95	0.15	1.27	0.00	0.32	0.20	1.79
14-06-93	7-1	6.80	0.14	1.44	0.00	0.68	0.20	2.32
14-06-93	8-1	7.02	0.14	1.25	0.00	0.56	0.20	2.01
15-06-93	7-1	6.86	0.15	1.42	0.00	0.24	0.25	1.91
15-06-93	8-1	7.02	0.16	1.27	0.00	0.52	0.25	2.04
17-06-93	7-1	6.83	0.16	1.29	0.00	0.20	0.30	1.79
17-06-93	8-1	6.87	0.15	1.15	0.00	0.32	0.30	1.77
18-06-93	8-1	7.76	0.16	1.15	0.00	0.16	0.30	1.61
19-06-93	7-1	6.68	0.16	1.15	0.00	0.32	0.35	1.82
19-06-93	8-1	6.65	0.14	1.02	0.00	0.40	0.40	1.82
20-06-93	7-1	6.86	0.17	1.21	0.00	0.28	0.40	1-89
20-06-93	8-1	6.85	0.14	1.00	0.00	0.24	0.40	1.64
21-06-93	7-1	6.85	0.16	1.25	0.00	0.60	0.40	2.25
21-06-93	8-1	6.82	0.14	1.02	0.00	0.44	0.40	1.86

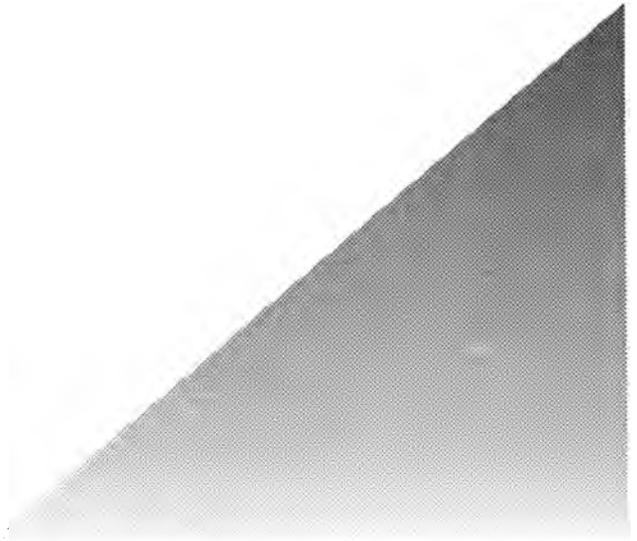
Cuadro 17: Rendimiento de arroz según manejo de la lámina de mantenimiento, riego intermitente (T1) y riego continuo (T2). Primer ciclo, Ingenio Taboga. Distrito de Riego Arenal

T 1	1	2690	0.436 ha	6170	
	2	2600	0.5452 ha	4769	
	3	2420	0.4466 ha	5419	
	4	3390	0.5510 ha	6152	5628
T 2	5				
	6	1760	0.3000 ha	5867	
	7	2360	0.3610 ha	6537	
	8	1773	0.3588 ha	4941	
		2713	0.4465 ha	6076	5855

Cuadro 18. Ingresos Adicionales Resultantes del Riego en dos Cultivos.

Arroz	
Item	Ingresos
Costo de producción en seco	₡ 97.394,97
Costo de producción con agua de riego	133.070,80
Aumento del costo de producción por intervención del riego	35.675,83
Incremento de los beneficios debido al riego	96.814,50
Beneficio neto debido a la intervención del riego	58.278,67
Equivalente a	US.\$ 413,32
Caña de Azúcar*	
Item	Ingresos
Costo de producción en seco	₡ 65.909,89
Costo de producción con agua de riego	132.611,41
Aumento del costo de producción por intervención del riego	66.701,52
Incremento de los beneficios debido al riego	79.076,25
Beneficio neto debido al riego (sin el costo del agua)	9.514,73
Equivalente a	67.48 US dólares

* Beneficio del agua de riego, debido a la acción conjunta de lluvia y de agua de riego.



ANEXO 2

A. PRAT : SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES CULTURALES EN EL CULTIVO DE ARROZ

1. Preparación y siembra en seco (preferentemente en la época seca).

- Aradura o pase de rastra pesada; incorpora los residuos de la cosecha anterior.
- Primera y segunda pasada de rastra liviana.
- Emparejamiento de la superficie (con rufa).
- Compactación del terreno.
- Control de maleza antes de la siembra (con agua de riego). Se riega para activar la germinación de la mala hierba. Cuando estas han alcanzado unos 0.10 m de altura se aplica una lámina de agua que las inunda.
- Siembra y aplicación de fertilizantes NPK en seco (10-30-10).
- Se aplica un riego ligero para saturar el suelo superficial y para remojar la semilla, se mantiene el agua durante 3 días y luego se retira durante 3 días, así sucesivamente, hasta lograr la germinación completa.
- Cuando la semilla ha germinado se le aplica una pequeña lámina de agua (0.03 m) y se retira para aplicar herbicida, pesticida e insecticida, (a los 12 días después de la germinación, se deja un día para que los agroquímicos sean absorbidos).
- Se riega y se deja una lámina según el tamaño de la planta (+ 0.10 m).
- A los 18 días después de la germinación se retira el agua por 4 días para favorecer el macollamiento con el suelo saturado de agua para evitar su resquebrajamiento y el daño radicular.
- A los 22 días se fertiliza con fórmula 25-00-25 y zinc o sulfato de zinc. También puede aplicarse sulfato de amonio.
- A los 24 días se vuelve a regar, la lámina depende del tamaño de la planta: varía entre 0.03 a 0.05 m de altura.
- A los 30 días se drena para aplicar herbicida para hoja ancha.
- A los 32 días se aplica una lámina según el tamaño de la planta máximo de 0.10 m de altura.
- A los 44 días se drena para aplicar kls/ha de urea de 46% de N
- A los 46 días se riega con lámina de 0.10 m de altura.
- A los 70 días se drena para aplicar kls/ha de urea de 46% de N
- A los 72 días se pone lámina de 0.10 m de altura.
- A los 85 días se drena para aplicar kls/ha de urea de 46% N

- Se mantiene la lámina de 0.10 m de altura hasta la cosecha.
- Se cosecha cuando el grano está maduro (en húmedo o en seco, según las condiciones climáticas).

B. PREPARACION Y SIEMBRA EN HUMEDO (EL FANGUEO)

Esta operación se realiza prioritariamente durante la época lluviosa, reduce la presencia de malas hierbas y tiene como función compactar el suelo (así se limita su capacidad de infiltración).

Los pasos de esta alternativa de siembra son:

- Después de la cosecha se deja secar el residuo.
 - Se aplica un riego, dejando el agua en la parcela durante 3 días para ayudar a la descomposición de los residuos orgánicos.
 - Dos pases de rueda fangueadora (ruedas metálicas pesadas y el rolo pequeño para incorporar los residuos al suelo).
 - Pase de la rueda fangueadora con tablón para emparejar la superficie.
 - Se riega y se deja una lámina grande (de 0.15 a 0.20 m) para inundar completamente el bancal o la terraza.
 - Se drena y se deja una pequeña lámina de 0.01 a 0.02m de altura.
 - Se siembra la semilla pre-germinada.
 - Se aumenta la lámina de agua para proteger a la semilla del sol (alrededor de 0.03 m de altura).
 - 7 días después de la germinación, cuando la planta presenta las dos primeras hojas verdaderas, se reduce la lámina a 1 cm de altura.
 - Se aplica la fertilización de siembra kls/ha NPK fórmula 10-30-10.
 - Se deja por dos días con lámina de agua reducida (0.01-0.02 m).
 - Se aumenta la lámina (según el tamaño de la planta) a 0.03-0.05 m.
 - A los doce días después de la germinación se aplica herbicida, pesticida e insecticida, si es necesario.
 - 15 días después de la germinación se drena por 5 días para favorecer el macollamiento.
 - 20 días después de la germinación se aplica la fertilización rica en nitrógeno, azufre y zinc, puede ser sulfato de zinc o sulfato de amonio.
-

- Se deja la parcela 2 días sin agua para asegurar la incorporación del fertilizante.
 - Se riega, aplicándole una lámina según el tamaño de la planta.
 - A los 32 días se drena para aplicar herbicida, insecticida o pesticida, si es necesario, para controlar las malezas de hoja ancha.
 - Se deja sin riego durante dos días para facilitar la absorción de los agroquímicos.
 - Se riega aplicándole una lámina de 0.10 m de altura.
 - A los 44 días después de la germinación se drena para aplicar kds/ha urea al 46% de N.
 - Se deja sin riego durante dos días para que el fertilizante sea incorporado al suelo y a las plantas.
 - Se aplica una lámina de agua de 0.10 m de altura.
 - A los 70 días después de la germinación se reduce la altura de la lámina a 0.01 o 0.02 m de altura para aplicar la segunda abonada con kds/ha de urea.
 - Se deja actuar el fertilizante durante dos días.
 - Se aplica una lámina de agua (0.01 m de altura).
 - A los 85 días después de la germinación se reduce la lámina de agua a 0.01 m ó 0.02 m, para hacer la tercera aplicación de urea.
 - Se deja durante dos días con una pequeña lámina de agua con el suelo saturado.
 - Se aplica la lámina de 0.10 m de altura hasta la cosecha (entre 120 y 150 días después de la germinación dependiendo del grado de maduración del grano).
-



CAPITULO IV

EL EFECTO DE LA ORGANIZACION SOCIAL Y TENENCIA DE LA TIERRA EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Bommatanahali Ramakrishna

Sergio Sepúlveda

INTRODUCCIÓN

L fundamente el diseño de estrategias y políticas a tono con los retos que demanda el sector rural, constituye la premisa básica sobre la que se levantan las metodologías que permiten llevar a la práctica las acciones -de diferente naturaleza- destinadas a impulsar el desarrollo en el medio rural. Estas construcciones han sido ampliamente difundidas a través de la literatura especializada, y en este documento son abordadas en el primer capítulo, como referente de las condicionantes que se posicionan en el nuevo paradigma, y en los albores de un nuevo milenio.

En este contexto, y considerando la naturaleza del estudio que aquí se presenta, la primera parte de este capítulo hace una breve revisión conceptual y procesal del desarrollo rural. A partir de esta revisión, se establecen las pautas que deben orientar la construcción de metodologías cuyo foco principal está en el manejo de los recursos naturales, sin perder de vista el carácter holístico que adquieren los procesos de transformación del medio rural. Un segundo componente de este trabajo lo constituye el diseño de una metodología que busca determinar las características del manejo de los recursos naturales, en el contexto de un proyecto de gran envergadura, en términos de las transformaciones del espacio rural, a nivel social, económico y productivo. Se trata del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT), iniciativa que ha representado cambios de gran importancia en el medio natural, cambios en las formas de organización social y de producción, así como una dinámica desconocida en la interacción entre los actores nativos y la institucionalidad existente y la emergente.

La metodología, diseñada y aplicada en el marco de los protagonistas del PRAT, busca rejerarquizar la unidad de planificación regional, al considerar holísticamente los componentes sociales, económicos, productivos y ecológicos, en un espacio geográfico definido. En este sentido, se trata de visualizar las interacciones de estos componentes para definir las condiciones actuales que caracterizan a esta unidad geográfica.

Entonces, y con base en las experiencias que constituyen el principal argumento de esta metodología, se propone -para este estudio- un modelo general, que permita prever los efectos que la organización social y la tenencia de la tierra tienen sobre el manejo de los recursos naturales, en un contexto geográfico particular. Más adelante, se discuten algunas necesidades especiales de la metodología, con el fin de lograr un acercamiento dinámico a nivel de proyecto.

Consideraciones Generales

En los capítulos II y III se analizaron los factores involucrados en el manejo de recursos naturales (MRN) de un proyecto de desarrollo PD, y se vertieron algunas consideraciones sobre desarrollo sostenible a nivel de finca. La revisión del tema revela que, en el contexto de un PD, y cuando el principal objeto de análisis lo constituye el manejo de los recursos naturales existen dos factores determinantes: por una parte, los biofísicos y los socioeconómicos; y por otra, las interacciones de éstos con las instituciones involucradas.

En estos casos, es necesario apoyarse en los instrumentos operativos que permitan entender estas interacciones, así como almacenar la información proveniente del estudio de los factores mencionados. Para ello, es necesario contar con un marco analítico detallado y con una metodología definida que permita identificar las características esenciales de la dinámica de los problemas ecológicos, del potencial ambiental, del proceso de desarrollo agrícola involucrado, y así, valorar el impacto de su utilización en el área de influencia del PD.

Esta tarea podría ser mucho más difícil si el PD en cuestión se encuentra en marcha y necesita reorientar el MRN para garantizar su sostenibilidad. El proyecto está generando un deterioro en los RN. Por la tanto, la metodología de MRN para un PD en marcha plantea dos objetivos: delimitar componentes importantes de MRN en el proyecto e identificar indicadores locales de manejo de recursos naturales (IMRN).

EXPERIENCIAS METODOLÓGICAS EN ESTUDIOS DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES

La mayor parte de las experiencias de investigación metodológica habían constituido, hasta recientemente, iniciativas separadas de la nueva concepción de la realidad. Esto significaba que el abordaje de la problemática rural se hacía desde una perspectiva reducida. La problemática rural no consideraba los relacionamientos y encadenamientos espaciales, tanto al interior del medio rural, como fuera de él. La unidireccionalidad y unidimensionalidad, en términos sectoriales, sociales, productivos y ambientales, formaban parte del sesgo que hacía poco confiable la información proveniente de construcciones metodológicas que no consideraban el carácter holístico de los procesos sociales y económicos. Así, los resultados de estas experiencias metodológicas provenían, en su mayor parte, de actividades relacionadas con estrategias de investigación en fincas, de proyectos de desarrollo agroforestal, de proyectos de manejo de cuencas, y de estudios microrregionales.

Todas estas actividades técnicas, implícitas en un PD y que involucran recursos naturales, intentaban diseñar una metodología confiable que permitiera reflexionar sobre las complejas circunstancias (sociales económicas, tecnológicas y ambientales), que rodean a los pequeños agricultores.

Gracias a ello, existe una profusa cantidad de literatura y de experiencias sobre temas estratégicos como el diagnóstico y la planificación de actividades de desarrollo, tanto a nivel de proyectos como de la comunidad. Aun cuando tales esfuerzos se refieren básicamente a proyectos cuyo principal interés reside en determinar, rápidamente, el impacto de sus

actividades en los RN, estas experiencias han resultados útiles, tanto por el cúmulo de información cuantitativa y cualitativa, como por el soporte teórico que han aportado para generar nuevas construcciones metodológicas.

En este proceso de construcción metodológica, la Evaluación Rural Rápida (ERR), la Evaluación Rural Participativa (ERP) y el Método de Aprendizaje Participativo (MAP), se caracterizaron por haber tomado en consideración, precisamente, la interacción local. En la medida en que estas metodologías fueron incorporando la participación de los actores y de las comunidades, se incrementó el entendimiento del MRN: se empezó a vislumbrar el potencial existente en el aporte que la organización comunal podía hacer a los proyectos agroforestales y a las actividades de generación y transferencia de tecnología. Esto significó, para los pequeños agricultores, un rol cada vez más activo en las fases de diagnóstico, planificación e implementación de los proyectos, e incluso en algunos casos, en su evaluación.

Así, las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER), originalmente dominadas por técnicos, ajenos al área, rápidamente dieron lugar a las Evaluaciones Rurales Participativas (ERP). En estas últimas metodologías, al transferir la iniciativa a los pobladores del área, se genera un entendimiento con los pequeños agricultores (la clientela), se obliga a los foráneos (los técnicos) a aprender y se genera un compromiso hacia las acciones sostenibles.

Por su parte, el Método de Aprendizaje Participativo (MAP) no se

contentó con "valorar" sino que fue más allá, buscando el análisis y el entendimiento compartido de la situación rural. Naturalmente, este método resultó ser un punto de partida para un proceso de educación informal, en el que, tanto el investigador o agente de cambio (o formulador del proyecto) como el agricultor, crecían en conocimiento y en actitudes novedosas. El MAP se ha utilizado en una gran variedad de situaciones tales como la planificación participativa de desarrollo de recursos naturales, PD, salud, crédito y monitoreo de programas de desarrollo.

En este contexto, al indagar acerca de la problemática rural, es evidente que la investigación metodológica se ha orientado a analizar las EER en situaciones agrarias. Algunas de las actividades que se han llevado a cabo, son: especificación de subtópicos (principales temas o tópicos de MRN); información preexistente en los sitios; y detalles de MRN. Con este método, el agricultor, siguiendo indicaciones mínimas, puede preparar: mapas del lugar (sitio), calendario de cosechas o animales (patrones, horarios), horarios de trabajo (dependiendo de la secuencia de cosechas), secuencia de actividades y proceso de toma de decisiones en la comunidad o en el entorno familiar. Para superar algunas deficiencias de la ERR como: cómo recopilar información general (mediante observación) y cómo determinar indicadores de manejo, las recomendaciones pasan por la generación de indicadores cuantitativos específicos a través de la participación comunitaria.

En el caso de los proyectos agroforestales, instituciones como FAO, ICRAF y algunas ONG han desarrollado metodologías que son básicamente participativas. Los métodos de Diagnóstico y Diseño (DD), y de Diagnóstico, Diseño y Planificación (DDP), por ejemplo, han servido como importantes guías en proyectos de desarrollo forestal. La tendencia también, en el caso de los sistemas agroforestales,

es al desarrollo de procesos de planificación basados en la caracterización del área, seguidos de la recopilación sistemática de datos de campo, a través de fuentes secundarias y de una combinación de métodos tradicionales de recolección de datos de ciencias sociales.

En el caso de actividades de agroecología, Altieri (1987) explica cómo planear proyectos de agricultura en pequeña escala, ambientalmente seguros, haciendo hincapié en el manejo de las aguas, los suelos y las cosechas. Es posible alcanzar un alto grado de entendimiento acerca de los conceptos de estabilidad y sostenibilidad, a partir de perfiles -de la comunidad y de los RN- que muestran un enfoque de planificación flexible.

También existen algunas experiencias metodológicas relacionadas al MRN utilizadas por Zandstra et al., 1986, en la investigación de sistemas de cosechas. Estos estudios se basan en ecuaciones como: $Y=f(M,E)$; donde el rendimiento es el resultado de la interacción entre el Ambiente y su Manejo. (Se debe señalar, sin embargo, que el reciente reconocimiento a la importancia de las variables socioeconómicas hace que éstas deban integrarse en ecuaciones y análisis de ese tipo).

Pero, ¿qué tipo de productos (información) resultan de la utilización de metodologías participativas al realizar estudios de MRN? La interacción entre la población local y los agentes foráneos (técnicos) ha generado una cantidad de información y de percepciones creativas acerca del entorno de la comunidad, especialmente en lo que se refiere a factores físicos, biológicos, sociales y económicos, en un tiempo y un espacio dados.

Dicha información, expresada en términos de diagramas, transectos y simples descripciones de fenómenos, no se conseguía antes tan fácilmente, ni utilizando

los procedimientos tradicionales de recolección de información, ni mediante instrumentos como: cuestionarios, entrevistas, muestreos e incluso observaciones participativas.

Estas simples herramientas metodológicas se han utilizado, de manera rutinaria y efectiva, con diversos grados de adaptación a diferentes situaciones. Sin embargo, es posible señalar ciertas limitaciones (en cuanto a resultados de diagnóstico), pues son básicamente

cualitativas y, en algunos casos, luego del diagnóstico, la población local no está instrumentalizada para planear o ejecutar un PD y mucho menos para monitorear sus efectos. Asimismo, es posible observar algunas debilidades y dificultades prácticas en estas metodologías, sobre todo en el sentido de garantizar la participación de todos y de cada uno de los beneficiarios del proyecto, especialmente cuando éstos se encuentran distribuidos en forma dispersa.

III. MARCO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DEL MANEJO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Para que un estudio de MRN pueda centrarse en la recolección de datos relevantes y cumplir así con los objetivos propuestos, es necesario contar con un modelo metodológico.

Un modelo metodológico de esa naturaleza, según Hart (1985) debería basarse, primero que todo, en el análisis de sistemas, en donde se identifican todos los niveles y componentes relevantes al estudio de MRN (ver figura 1 y 2). En segundo lugar, debe elaborarse un "modelo" que especifique todas las posibles interrelaciones entre subsistemas. Tercero, deben establecerse mecanismos para validar el modelo. Finalmente, el resultado de dicha validación debe ser utilizable. Sin embargo, debe quedar claro que las tareas de diseño, validación y, eventualmente, la utilización del modelo, no constituyen procesos separados. Bajo estas consideraciones, la técnica de "modelaje" debe comenzar con una "identificación del sistema", en el cual se establecen componentes y una serie de procesos clave. En la etapa siguiente es necesario "formular el modelo" y, medir (cualitativa y cuantitativamente) la importancia relativa de cada componente.

La precisión de un modelo con las características apuntadas, reside en su capacidad para representar fenómenos complejos en términos relativamente sencillos, que esquematicen aspectos importantes y hechos básicos de la situación analizada. En este sentido es rescatable el hecho de que el análisis de sistemas ha sido profusamente utilizado en estudios como: sistemas ecológicos, estudios agroecológicos y estudios microrregionales. Además, se ha utilizado,

con buenos resultados, en evaluaciones específicas como: efectividad de prácticas de manejo de suelos en el componente de suelo, agua y plantas.

Por otra parte, otros investigadores, como Zandstra et al. (1986), han utilizado el enfoque de sistemas para analizar sistemas de cosecha en una pequeña finca; FONAIAP-PADT-RURAL, por ejemplo, lo utilizaron para estudiar la variedad de niveles de un Proyecto de Desarrollo Integral (PDI): microrregión, sistemas agrarios, sistemas de producción y otros niveles implícitos en los PDI. Altieri (1987) utilizó el enfoque de sistemas para derivar sistemas de producción agrícola ecológicamente sanos; y, en el caso de Conway (1989), su aplicación se amplió para modelar "análisis de agroecosistemas para el desarrollo (agrícola)". Todos estos modelos y experiencias metodológicas son útiles en el proceso de búsqueda de uno que satisfaga los propósitos y el alcance del presente estudio.

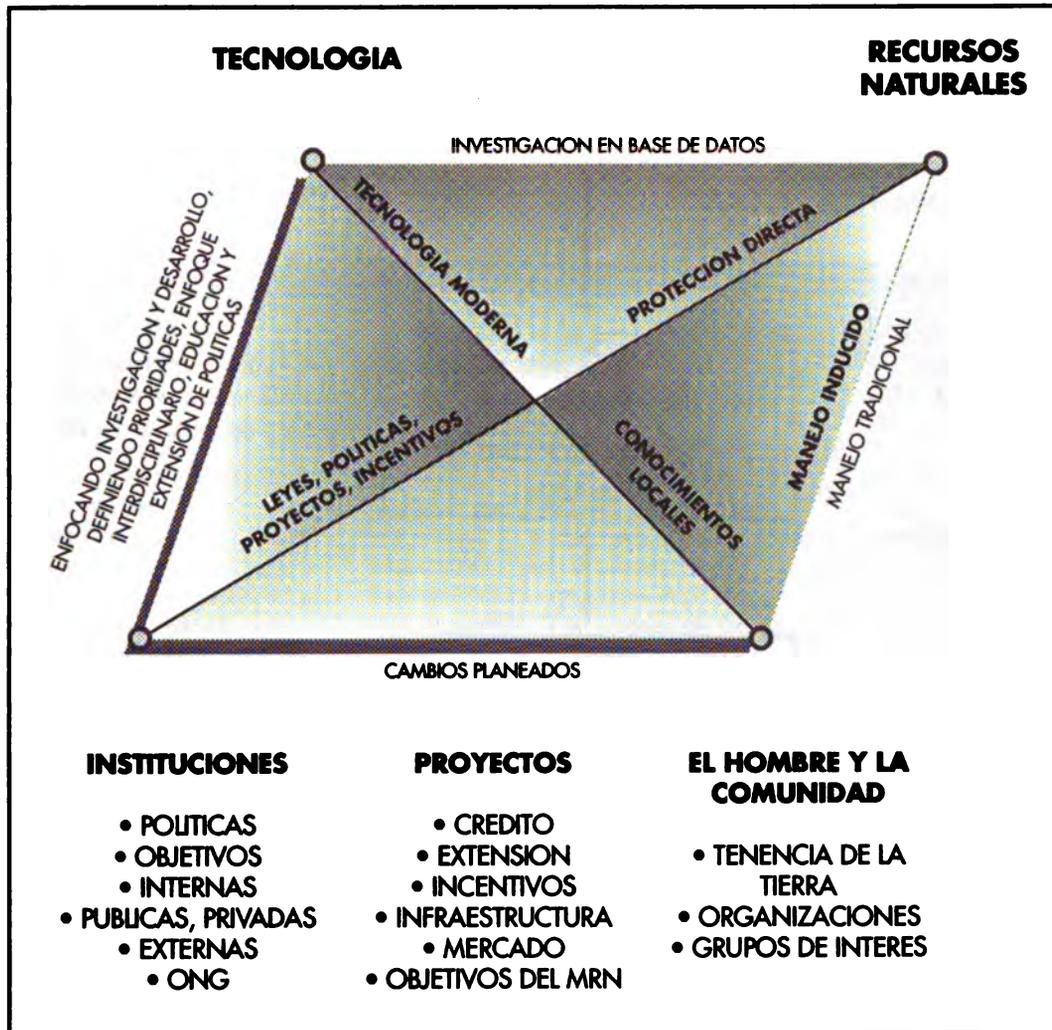
Marco Metodológico para el Presente Estudio¹⁸

Retomar y recapitular sobre otras experiencias metodológicas y sobre las ventajas de emplear, en el estudio de MRN, un enfoque de análisis de sistemas, constituyó uno de los principales instrumentos utilizados, para el diseño y la construcción del modelo empleado en este estudio. La metodología aplicada considera que el estudio de MRN implica, por una parte, variables técnicas como suelo, agua y vegetación, y por otra, analiza las condicionamientos institucionales, sociales y económicos que afectan a las variables seleccionadas. Más

¹⁸ Este apartado sintetiza lo que corresponde a la aplicación de la propuesta metodológica desarrollada en el Tomo 3: Desarrollo Sostenible: Metodología para el Diagnóstico Microrregional, IICA, 1996, de Orlando Plaza y Sergio Sepúlveda

Figura 1. Marco General para el análisis del manejo de Recursos Naturales (MRN) en un proyecto de desarrollo rural de la Agricultura

ECOSISTEMAS A NIVEL GLOBAL Y REGIONAL, CARACTERISTICAS MICRORREGIONALES, AGROECOSISTEMAS E INSTRUMENTACION DE PROYECTOS DE DESARROLLO RURAL



Adaptado por B. Ramakrishna, (1989).

Figura 2. Niveles jerárquicos para el análisis del MRN en Proyectos desarrollo rural

TENDENCIAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE

- Agenda política
- Estrategias de MRN
- Promocionando la participación de organizaciones privadas y locales
- Monitoreo de cambios globales: sociales, económicos y de recursos naturales

Adaptaciones a los conceptos principales de sostenibilidad:

- Productividad
- Equidad
- Seability
- Elasticidad

Definiendo las actividades principales de la agricultura: Comida, materia prima, competitividad de exportación

Formulación de proyectos, planeamiento y ejecución en relación a la preocupación de la sustentabilidad a nivel microrregional

Esfuerzo institucional, uso de la tierra, opciones tecnológicas

NIVELES JERARQUICOS



NECESIDADES PARA ACTIVIDADES IDENTIFICADAS

Organizaciones a nivel mundial e internacional que identifican problemas de: medio ambiente, económicos y sociales

Identificando el potencial de los recursos naturales, económico, social y de capacidad institucional

Especificando estrategias sociales, económicas, de cambio institucional y de manejo de recursos naturales (MRN)

Agencias nacionales y donantes que toman en cuenta la sostenibilidad
Identificación de actividades relevantes a nivel local sobre el manejo de recursos naturales (MRN)

Esfuerzos individuales y colectivos para el manejo de recursos naturales (MRN)

aún, las opciones metodológicas han tomado en consideración la posibilidad de brindar participación, en el campo, a la población local en el área del proyecto.

Con estas consideraciones, se concibió una metodología que permitiese definir un modelo que proporcionara la información -cualitativa y cuantitativa- necesaria para validar y probar las hipótesis de trabajo. El Cuadro 1 se refiere a los cuatro pasos secuenciales necesarios para delinear el modelo:

1. Identificar parámetros para los PD, de manera que las actividades generadas por

el proyecto sean debidamente reconocidas y puedan explicar aspectos clave de MRN y su relación con la tenencia de la tierra (TT) y con las formas de organización social de la producción (FSO).

2. Formular un modelo instrumental amplio, que permita obtener suficientes datos cuantitativos y cualitativos.
3. Identificar, mediante el análisis de sistemas, los principales componentes de MRN (agua, suelo y vegetación) y los correspondientes aspectos relevantes y su relación con la TT y la FSO en la unidad agraria.

Cuadro 1. Etapas para Desarrollar un Modelo Metodológico para el Estudio del MRN

NIVELES DE ANALISIS	NIVELES DE ANALISIS NATURALEZA Y NIVELES DE FACTORES QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN EL MODELO	ESPECIFICACION DEL MODELO
1. Identificación de los factores que inciden en el MRN de un PD Sistema de MRN: Subsistemas: 1. Biofísico 2. Socioeconómico 3. Institucional	Establecer relaciones entre factores, por ejemplo, 1. intereses políticos e institucionales a nivel de proyecto, 2. Factores sociales y organizacionales a nivel de proyecto, 3. Identificación de factores directamente relacionados con la base de RN.	Modelo General (Fig. 3)
2. Especificación de factores de MRN y de variables sociales a nivel de proyecto	Diseñar un modelo y validarlo. Identificar las variables de estudio, asegurarse de que los datos recolectados sean representativos, para comprobar las hipótesis. Verificación de la inclusión de las variables tiempo y espacio en el estudio del MRN del proyecto.	Un modelo metodológico más amplio para estudiar el MRN a nivel de proyecto (Fig. 4)
3. Identificar aspectos de MRN a nivel de proyecto y determinar su relación con la TT y la FOS: Relación entre los sistemas biofísico y social.	Utilizar análisis de sistemas para identificar aspectos de MRN y seleccionar las variables relevantes de los componentes agua, suelo y vegetación.	Un modelo para analizar los componentes de MRN y su relación con la TT y las FOS. (Fig. 5)
4. Especificación de la metodología operacional del presente estudio.	Determinar las etapas secuenciales para alcanzar el MRN a nivel del estudio de caso.	Una metodología operacional a nivel del estudio de caso (Fig. 6)

Nota: Estos cuatro niveles de conceptualización del modelo deben considerarse de manera integrada, y cada uno de ellos debe especificar, con claridad metodológica, la secuencia que conduzca al siguiente nivel, para poder satisfacer los objetivos del estudio

Los pasos seguidos en el modelo funcional del estudio son:

- a) Formulación y establecimiento de la dirección del estudio.
- b) Investigación a nivel de campo.
- c) Combinación de las fuentes de información sobre MRN, TT y FSO, para que la interpretación contribuya a probar la hipótesis.

A continuación se plantean los componentes analíticos que forman parte, a nivel conceptual, del modelo utilizado.

A. Un modelo de análisis de los principales aspectos de Manejo de Recursos Naturales. (Fig. 3) :

Este modelo se centra en la necesidad de integrar elementos multidireccionales y multidimensionales en el análisis de un PD; por esta razón, se consideran tres subsistemas principales: el biofísico, el sociocultural y el institucional. El estudio de las interacciones dinámicas que se suceden entre estos tres subsistemas deberá mostrar los efectos espaciales, políticos y económicos que se dan a nivel microrregional, a nivel de proyecto y a nivel de finca.

La principal preocupación de este estudio estriba en la interacción que se da entre los componentes de MRN del proyecto (señalados arriba) y sus efectos en los beneficiarios (pequeña finca). Con este marco operativo, el estudio se centra en sistemas de MRN con una gran cantidad de detalles a nivel de finca, y en una proporción menor, a nivel microrregional y de proyecto.

B. Esquema metodológico para estudiar el Manejo de los Recursos Naturales en un estudio de caso (Fig. 4) :

Las interacciones entre los subsistemas (biofísico y social) del proyecto se estudian dentro del contexto del escenario local. Los conceptos de productividad y sostenibilidad se mantienen presentes a nivel de proyecto para que ayuden a definir y delimitar el área microrregional y de proyecto del estudio de caso.

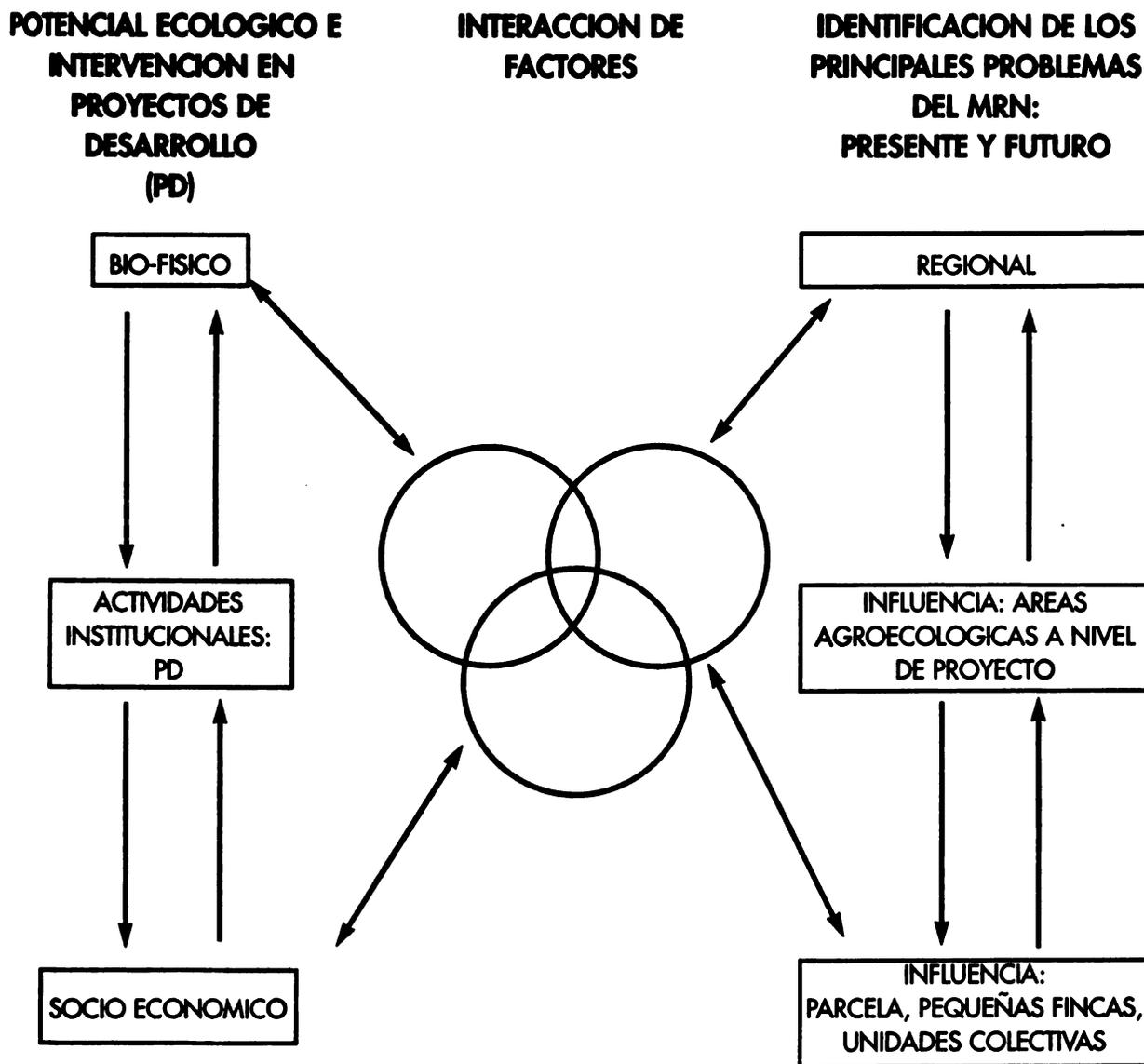
Se hace énfasis en analizar el MRN en su dimensión espacial (la microrregión dividida en áreas homogéneas) y temporal (los cambios que experimenta el MRN en un período de tiempo dado). Estas dos dimensiones se utilizan para explicar los efectos de la TT y de las FOS en el MRN a nivel de parcela (finca) (Plaza, O. ; Sepúlveda, S. 1996).

Para poder probar estas relaciones (MRN y variable social), se seleccionan, en la unidad de producción, indicadores de MRN flexibles y se confrontan con la TT y las FOS. El modelo utiliza cuatro fuentes de información : secundarias, datos de campo cuantitativos (basados en una muestra estadística), informantes técnicos y agricultores, a nivel de proyecto.

C. Especificación del modelo para estudiar los componentes de MRN (agua-suelo vegetación) en un PD (Fig. 5):

En términos del análisis de MRN, el conjunto formado por los componentes agua-suelo-vegetación, se considera un subsistema cuyos elementos interactúan entre sí. Este subsistema refleja efectos dinámicos e integrados: si un componente es alterado, los otros componentes también se ven modificados, ya sea en detrimento o en beneficio de la producción, de la productividad o de la sostenibilidad.

Figura 3. Modelo general para analizar el sistema de manejo de recursos naturales (MRN) y los problemas en proyecto de desarrollo (PD)



Adaptado de conceptos expresados por la FAO y Nijkamp and Soetman (1988)

Figura 4. Un modelo que ilustra los pasos para estudiar el manejo de recursos naturales en un proyecto de desarrollo

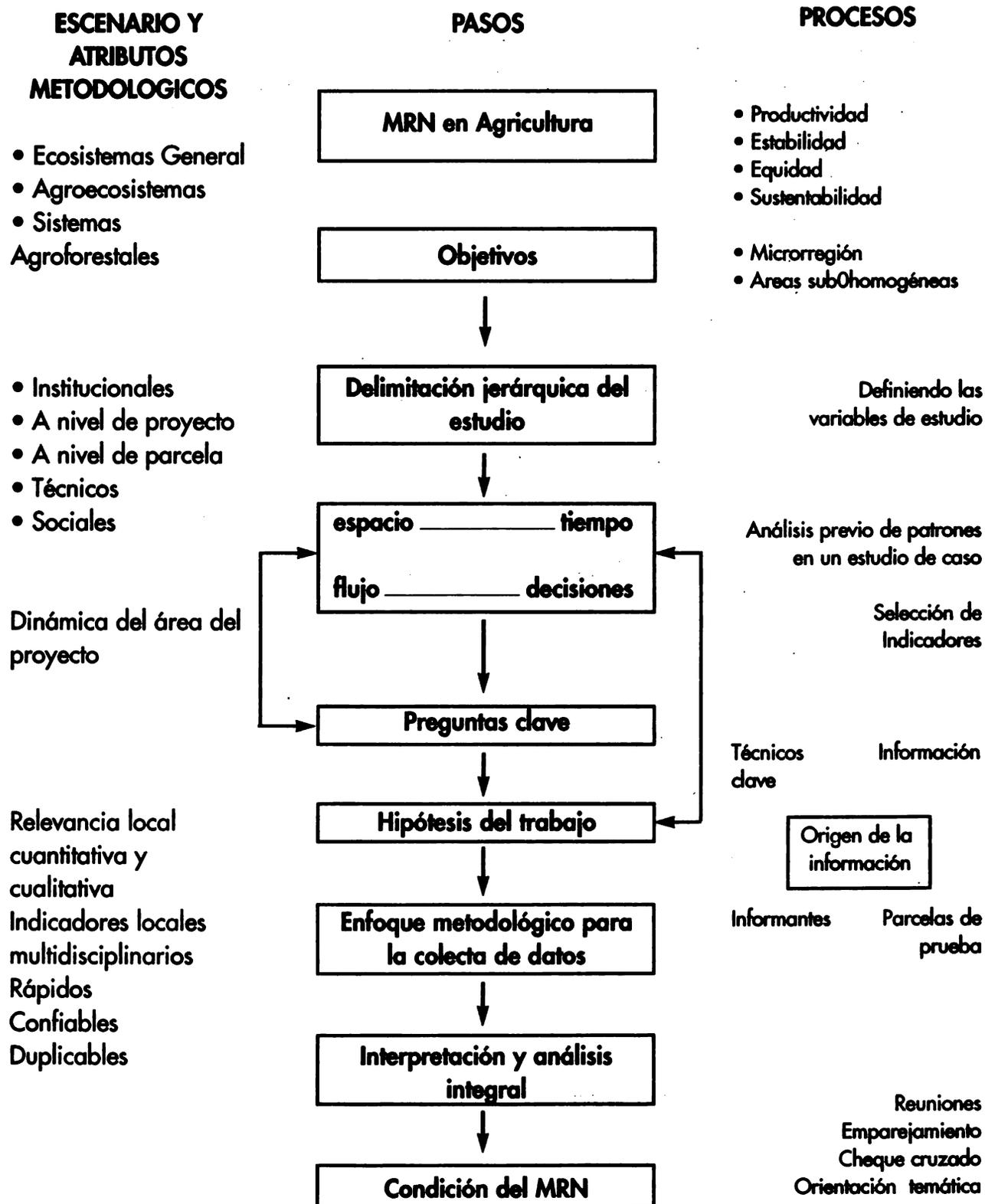
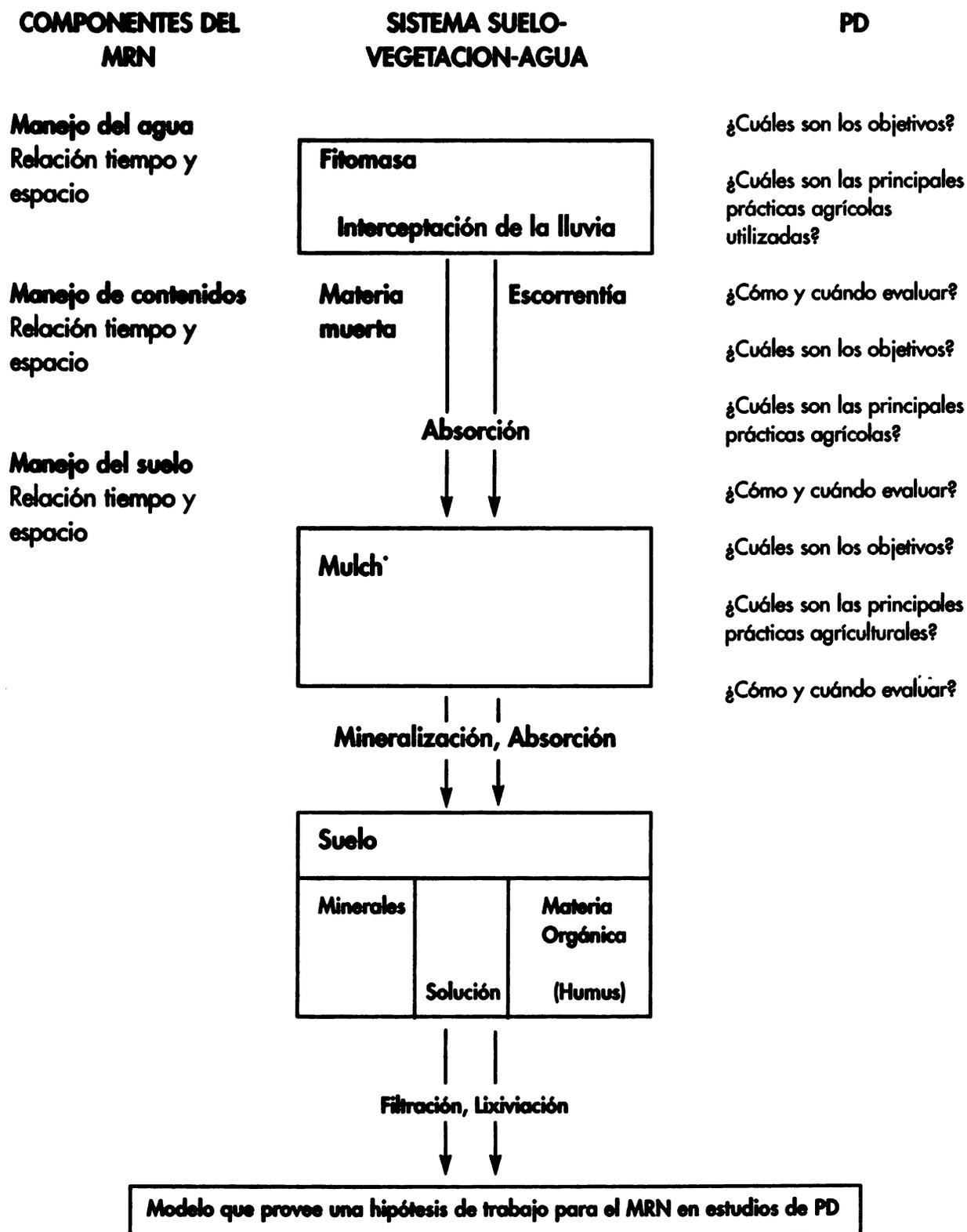


Figura 5. Un modelo general para el análisis de los recursos naturales: suelo-vegetación-agua en proyectos de desarrollo



Adaptación de H:W: Fassbender, 1993 and F. Montagnini, 1992

* Tipo de abono orgánico que se elabora a partir de paja

Este modelo también considera que los componentes de MRN deben ser estudiados dentro de un contexto de espacio y tiempo. Los efectos de MRN en una parte de la microrregión afectarán a otras áreas de la región. Un análisis de los RN a través del tiempo ayudará a identificar los principales hechos que han contribuido a causar alteraciones.

Por la naturaleza del proyecto analizado, el modelo enfatiza el manejo de aguas. No obstante, los otros dos componentes son tratados como una parte integral del estudio.

D. Metodología operacional para estudiar el MRN en el PRAT (Fig. 6):

La conceptualización metodológica descrita anteriormente condujo a delinear las actividades de investigación. La Fig.6 señala la metodología operacional utilizada.

Las entrevistas realizadas a nivel nacional y de proyecto, así como las entrevistas preliminares a técnicos y agricultores locales, fueron estructuradas de manera que contribuyeran a mantener el estudio dentro de los objetivos planteados.

Los contactos preliminares (en el proyecto) sirvieron para: a) identificar los principales aspectos de MRN en el PRAT, lo cual fue de gran utilidad para obtener un lista tentativa de indicadores de MRN relevantes, b) identificar potenciales informantes clave, tanto técnicos como agricultores, y c) diseñar un instrumento semiestructurado orientado hacia una apropiada búsqueda de información, entre informantes clave, tanto técnicos como agricultores.

En la etapa de recolección de datos cuantitativos, así como de información cualitativa a nivel de proyecto, este estudio tiene la ventaja de que su flexibilidad le permite adaptarse a

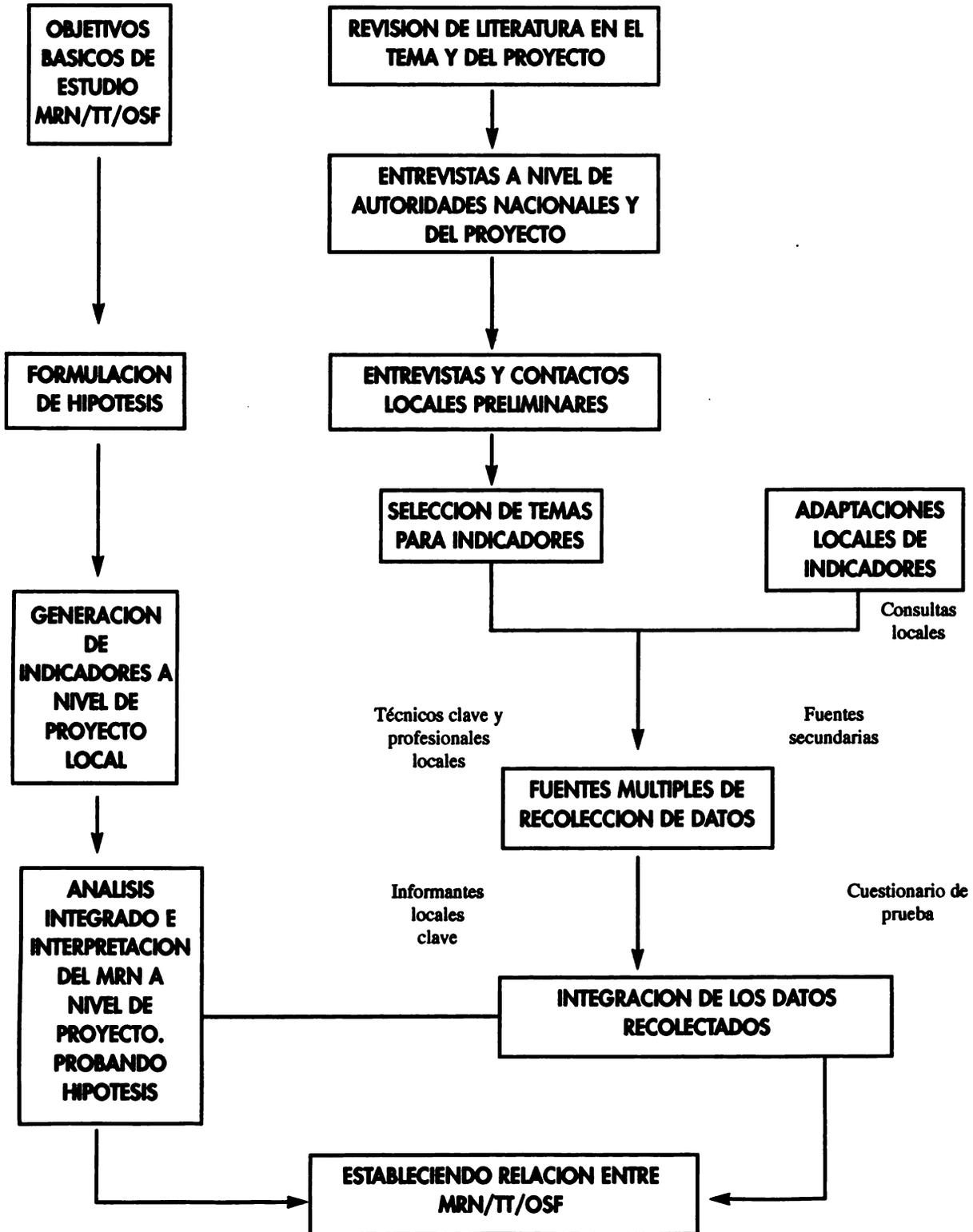
distintas situaciones, lo cual, facilita la recopilación de la mayor cantidad de información relevante posible.

2.2. Requerimientos de una metodología de MRN para estudiar el PRAT

El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque constituye, en Costa Rica, probablemente, el más importante PD, dadas sus características y la magnitud de la inversión social y económica, realizada. En este contexto, se vuelve imperativa la necesidad de evaluar las consecuencias económicas, sociales, institucionales y ecológicas que se han derivado de la implementación de este PD. Con ese propósito, la metodología diseñada incluye los siguientes aspectos:

- 1. Participación local:** Los agricultores locales debían participar en la valoración del MRN. De este proceso se deriva una ganancia sustancial en términos de identificación de los principales problemas y factores que determinan los diversos patrones de manejo de RN.
- 2. Combinación de información cualitativa y cuantitativa.** Debía existir un equilibrio entre la recolección de datos cualitativos y la recolección de datos cuantitativos para aumentar la credibilidad y la confiabilidad de las interpretaciones. La metodología debía apoyarse tanto en fuentes de datos participativas como estadísticas. El análisis de MRN no podía basarse únicamente en las respuestas de los agricultores ante un cuestionario estructurado, sino que también debía tomar en cuenta las apreciaciones vertidas en un escenario informal, en donde ellos sintieran que podían aportar, de manera importante, a la comprensión del MRN.
- 3. Un enfoque multidisciplinario.** La complejidad del análisis de sistemas de MRN a nivel de finca, de proyecto

Figura 6. Pasos metodológicos para evaluar las relaciones entre sistemas de tenencia y organización de los parceleros



y de región, exige un enfoque multidisciplinario para obtener un balance entre los aspectos biofísicos, sociales e institucionales, y para entender la interacción que se da entre ellos.

4. **Indicadores de MRN locales.** La metodología debía definir indicadores a nivel de proyecto y a nivel de finca, con el propósito de seleccionar las variables críticas que permitieran determinar los diferentes patrones de MRN.

Estos indicadores fueron trabajados en tres niveles:

- a. **Regional:** Incluye clima, topografía, capacidad de uso de la tierra, actividades agrícolas y factores socioeconómicos.
- b. **Institucional** (incluyendo el área de influencia de las instituciones si esto se considera relevante).
- c. **Finca:** en este nivel se prueban los indicadores de MRN identificados a nivel de proyecto para ver si están relacionados con la TT y los FOS.

5. Además, la metodología debía presentar las siguientes características :

Rapidez: en un PD el tiempo que debe dedicarse a aplicar una

metodología diseñada para valorar el MRN debe ser corto. Sus resultados, deben permitir tomar medidas correctivas apropiadas en lo que se refiere a MRN. Los procedimientos estadísticos complejos, así como los métodos de recolección de datos que consuman mucho tiempo, deben reducirse a su mínima expresión posible.

Bajo costo: Un análisis de MRN debe garantizar bajos costos en términos de análisis cuantitativos y, al mismo tiempo, debe eliminar la necesidad de tener que contar con la participación, a tiempo completo, de expertos técnicos de alto nivel. No obstante, estos expertos podrán evacuar consultas específicas y brindar, así, una mayor solidez técnica al estudio.

Multiplicidad de fuentes de información: La multiplicidad de fuentes de información acerca del MRN le otorga credibilidad a las interpretaciones y evita que se llegue a conclusiones falsas o incompletas.

Replicabilidad: Una vez validada la metodología, es esencial que esta sea capaz de ser reproducida en otros PD, con solo ajustarla a las condiciones locales.

IV. METODOLOGIA OPERACIONAL: PERCEPCIONES EN CUANTO AL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

La percepción de un problema o de un fenómeno, es el resultado de una evaluación cognitiva por parte de una persona involucrada o asociada con el objeto en cuestión.

Las personas son capaces de expresar sus percepciones en forma de experiencias, pueden hacer un estimado cuantitativo o cualitativo de ellas, y más importante aún estas percepciones se extienden en el tiempo y en el espacio. El MRN es un proceso ligado a estas dos dimensiones, y las personas que se encuentran directamente relacionadas con los RN de un proyecto son fuentes confiables para describir o explicar qué ha sucedido con los RN a través de un período de tiempo y dentro del espacio geográfico del área del proyecto.

Este estudio ha adoptado una metodología para medir cualitativa y cuantitativamente el MRN tal y como lo perciben quienes se encuentran estrechamente relacionados con el PD y se ven directamente afectados por él: técnicos, beneficiarios y representantes de las instituciones. Con este fin, se tomaron en consideración los siguiente niveles de percepción:

a. Percepción inicial del equipo de investigación:

El equipo de investigación estuvo conformado por dos profesionales, uno de ellos con conocimientos agronómicos básicos y con educación superior y experiencia en programas de extensión educativa y en sociología rural. El segundo, un experto en economía agrícola con amplia experiencia en proyectos de

desarrollo rural. Adicionalmente, se realizaron entrevistas con profesionales y personal técnico del IICA, del CATIE, del SENARA, del IDA y del MAG y de otras instituciones involucradas.

b. Percepción de las autoridades institucionales (AI) :

Con el fin de estimar el nivel de cumplimiento de los objetivos de MRN y las responsabilidades implícitas en sus instituciones, se escogió a dos autoridades clave de dos instituciones involucradas en el proyecto: el Director de la División de Desarrollo del SENARA, localizada en San José; y el Director Regional del IDA, localizado en el área del proyecto, quien también actúa como Coordinador Nacional del Proyecto Agroforestal del IDA. Con ellos se condujeron entrevistas semiestructuradas y se les pidió que manifestaran su percepción de los objetivos asignados a cada una de sus instituciones (en relación con los componentes de MRN), su relación con la planificación y, el grado de consecución de esos objetivos. En segundo lugar, se les pidió que expresaran su opinión acerca del cumplimiento de sus responsabilidades en cuanto a factores de TT y de FOS y acerca de la relación de éstos con el MRN. El propósito de esto último era obtener una aproximación general del grado de esfuerzo institucional en relación con la TT y las FOS.

c. Percepción del Grupo de Informantes Técnicos (GT):

Se seleccionaron ocho técnicos locales pertenecientes a distintas

disciplinas*, para que, como grupo, identificaran y explicaran los principales aspectos de la microrregión y también, para que participaran en la determinación de los indicadores de MRN. Estos últimos fueron sometidos a un análisis estadístico para determinar su relación con la TT y las FOS.

Evidentemente el equipo técnico y profesional local se encontraba en contacto cercano con los cambios experimentados en los RN del área del proyecto: en un proyecto de riego, las constantes observaciones hechas por parte de un técnico ayudan a explicar mucho lo que ha ocurrido o está ocurriendo en términos espaciales y temporales.

La metodología de Enfoque Rural Participativo (ERP) se adaptó para que el GT pudiera sistematizar sus experiencias de MRN y para ayudar a proporcionar lineamientos técnicos para el proyecto. Se procedió a realizar un taller participativo de dos días de duración en el que los ocho profesionales locales describieron el MRN, tanto en la microrregión como en el área del proyecto.

d. Percepción de los agricultores acerca del MRN :

Se consideraron dos niveles de percepción: el primero se refiere a la percepción de MRN, por parte de los agricultores (informantes clave) en una situación participativa, y el segundo se refiere a un muestreo estadístico (en el campo), en el que se les pidió a los agricultores ubicados en el área del proyecto que opinarán sobre aspectos relacionados con MRN. Para ello se utilizó un cuestionario estructurado.

d.1. Grupo Participativo de Agricultores Informantes Clave (GA)

En un proyecto de grandes dimensiones espaciales, con una gran

cantidad de agricultores incluidos, pero con fondos limitados, es necesario buscar alternativas para recopilar información que, de alguna manera, obvien la necesidad de contar con la participación de la totalidad de los beneficiarios del proyecto. Esto reduciría el costo de la metodología empleada.

Por esto, luego de efectuar varias visitas preliminares al sitio y con base en consultas efectuadas al personal local, se seleccionó una muestra representativa de agricultores (del grupo de beneficiarios), y, en una sesión de grupo se les pidió que respondieran a algunas preguntas sobre MRN a nivel regional y a nivel de parcela (sus percepciones espacio-temporales del MRN).

La tarea de tomar nota de los resultados de la discusión y de las opiniones vertidas por los GA se le encomendó a dos técnicos (al igual que se hizo con el GT) que eran de absoluta confianza de los agricultores.

Criterios para formular preguntas clave al GA:

La discusión participativa se centró en los principales aspectos de MRN, detectados durante las entrevistas preliminares que se les hicieron a los agricultores en el sitio. Se decidió que en un principio la tónica de la discusión se mantuviera general, tomando en consideración la microrregión y que, posteriormente, se les dirigieran preguntas específicas acerca de aspectos de MRN en el proyecto.

Se les pidió a los agricultores que comentaran acerca de los principales aspectos del sistema de uso de la tierra, la TT, las FOS, la presencia institucional y el rol jugado por ésta.

*Ingeniero Agrónomo, Especialista en Cosechas, Especialista en Uso de Suelos, un Biólogo, un Ingeniero Forestal, un Sociólogo, un Administrador de Empresas Agrícolas, y un técnico de nivel medio en educación y organización de fincas.

Se adoptó el siguiente cuestionario:

1. ¿Qué sabe acerca del área del Lago Arenal?
2. ¿Qué sabe acerca del Lago, propiamente dicho, y de su importancia para el proyecto?
3. ¿Cómo caracterizaría el sistema de uso de la tierra?
4. ¿Cuáles son los principales problemas del área en que se encuentra el proyecto?
5. ¿Cuáles instituciones clave se encuentran funcionando en las tres áreas (sub-microrregiones) de la microrregión?
6. ¿Cuál es su percepción de la contribución institucional?
7. ¿Cómo se ha utilizado la tierra en el área del proyecto a través del tiempo?
8. ¿Cómo ha cambiado la tenencia de la tierra en el área del proyecto a través del tiempo?
9. ¿Cómo han cambiado las organizaciones sociales de los agricultores en el área del proyecto a través del tiempo?
10. ¿Cómo se distribuyen la mano de obra y la maquinaria durante el año, en relación con la distribución de las lluvias?
11. ¿Cuáles son los principales problemas que presenta el proyecto en cuanto al manejo de aguas, suelos, cultivos y actividades agroforestales?

Al formular estas preguntas se esperaba obtener las bases para lograr un reconocimiento del MRN en el proyecto. Por ejemplo, el calendario de cultivos y el uso de maquinaria y mano de obra darían una pista sobre la intensidad en el uso de la tierra. Igualmente, al ubicar la tenencia de la tierra en un contexto espacial y temporal, se obtendría una visión clara de si ésta se ha mantenido estable o no en el proyecto, y, a la vez, se podría explicar la tendencia en el uso de insumos. En el caso de las FOS, la pregunta correspondiente revelaría el grado de organización dirigido al MRN (o su ausencia).

d.2. Beneficiarios : Procedimiento de muestreo

Con base en la lista de beneficiarios suministrada por el SENARA, la cual excluye a los grandes agricultores, se definió una muestra tomando en consideración la variabilidad del "área irrigada neta" y las variables económicas relacionadas con la producción.

Se admitió una proporción máxima de 10% de la desviación con respecto al promedio de la variable, para obtener un límite de confianza de 95%. La selección de las unidades de estudio se estableció al azar para cada estrato y sub-estrato del tamaño de la parcela.

Para ello, se utilizó la fórmula:

$$\frac{(CV) \times t}{e} ; \text{donde}$$

- CV= Coeficiente de variación del área irrigada
- t = Valor de la "t - student" al 95%
- e = Error admisible al 10%

El tamaño de la muestra resultante fue de 81 (n), de un total de 176 beneficiarios (N) considerados en el estudio.

Procesamiento de los datos:

A los 81 beneficiarios se les entregó un cuestionario comprensivo y a partir de él se procesaron aquellas variables directamente relacionadas con el MRN, la Tenencia de la Tierra y la Organización Social de los Agricultores. La finalidad era obtener las respectivas frecuencias y porcentajes de categorías previamente establecidas. En segundo lugar, los datos provenientes del muestreo realizado en el campo fueron ordenados de manera que aquellas variables relacionadas con MRN, con una categorización significativa, fueran cotejadas respectivamente en dos dimensiones: tenencia de la tierra y pertenencia a alguna organización social dentro del proyecto.

Se formularon Cuadros de 2x2 para determinar los correspondientes valores Chi cuadrado y su significancia.

El análisis de Chi cuadrado se ejecutó usando el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) para las mismas variables, pero cruzado con dos categorías: tenencia de la tierra (IDA, sin título o con título); y formas de organización social (no perteneciente a ninguna organización o perteneciente a algún tipo de

organización - en este último caso, Cooperativas o Sociedad de Usuarios, o ambas-).

En este estudio, los niveles de significancia que se consideraron apropiados para inferir la magnitud de la relación entre las variables fueron de 5%, 10% y 20%.

A continuación se muestran dos ejemplos de matrices de 2x2:

**RELACION ENTRE TENENCIA DE LA TIERRA Y NUMERO DE HORAS TRABAJADAS EN LA FINCA :
ANALISIS DE CHI CUADRADO DE 2x2**

Estado de la tenencia	Menos de 7 horas diarias	Más de 8 horas diarias	Total
IDA sin título	10.0	13.0	23.0
	43.5	56.5	31.5
IDA con título (propio)	33.3	30.2	50.0
	20.0	30.0	68.5
Total	66.7	69.8	73.0
	30.0	43.0	100.0
	41.1	58.9	

Valor de Chi cuadrado = 0.9804 NS

**RELACION ENTRE ORGANIZACIÓN SOCIAL DE LOS AGRICULTORES Y HORAS TRABAJADAS :
ANALISIS DE CHI CUADRADO 2X2**

Pertenencia a organización social	Menos de 7 horas diarias	Más de 8 horas diarias	Total
Ninguna	7.0	23.0	30.0
	23.3	76.7	38.0
Una o más	22.6	47.9	49.0
	24.0	25.0	62.0
Total	77.4	52.1	79.0
	31.0	48.0	100.0
	39.2	60.8	

Valor de Chi cuadrado = 0.0425 *** Altamente significativo

V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS

El presente estudio, como se adelantó en las páginas precedentes, incluyó cuatro niveles de análisis. En todos ellos se incorporan cálculos de la percepción del MRN a nivel de proyecto y a nivel de finca, y su relación con la TT y las FOS. Estos niveles de percepción son: 1) Percepciones iniciales; 2) Percepción de las autoridades institucionales; 3) Percepción de los informantes técnicos (percepción multidisciplinaria) y 4) Percepción de los agricultores.

Por otra parte, se pretende demostrar algunas de las características sobresalientes de la metodología adoptada, en la cual las fuentes de información son cualitativas y cuantitativas, complementarias, multidisciplinarias, participativas (a nivel local) y reflejan los indicadores locales de MRN. Vistas integralmente, estas fuentes condujeron al agrupamiento de datos, a su cotejamiento y a la interpretación significativa de los principales aspectos de MRN en el PRAT.

Una visión combinada del MRN en el área del proyecto se presenta en forma de conclusiones al final de este trabajo. Con esto se logrará, no solo una visión integral de los temas y aspectos involucrados en el estudio, sino que se evidenciará la replicabilidad de la metodología empleada.

5.1. Percepciones Iniciales obtenidas a través de fuentes de información secundaria

La revisión de la literatura existente acerca del PRAT sirvió un punto de

partida para orientar la metodología y el contenido del estudio. En este sentido, se comenzó con la revisión de literatura relacionada con el MRN y la agricultura sostenible, incluyendo además, la revisión de publicaciones y estudios relacionados con el proyecto¹⁹.

Esta revisión se organizó desarrollando primero, un análisis de los aspectos biofísicos del proyecto, en segundo lugar, un análisis de los aspectos socioeconómicos y, finalmente, los arreglos institucionales que se conciben a nivel del PRAT.

a. Aspectos biofísicos

Componente: Agua

Uso excesivo de agua para riego:

Existen evidencias de que en el PRAT el agua no es utilizada de manera eficiente. Tomando en cuenta que el área de riego proyectada es de 60.000 ha, existe una abundante disponibilidad de agua, en términos de las necesidades que demandan las 6,000 hectáreas bajo riego en la primera fase.

Lo primero que salta a la vista es que la mayor parte del agua que fluye desde el Lago Arenal (a través del proyecto hidroeléctrico), drena hacia el Golfo de Nicoya, sin siquiera haber sido utilizada o después de haber sido usada para irrigación. Además, existe preocupación por el hecho de que el costo anual del agua está basado en el número de hectáreas que posee un agricultor y no en la cantidad de agua que utiliza.

Es evidente, también, que la Eficiencia en el Consumo del Agua (ECA)

¹⁹ Durante los últimos 20 años se ha generado una gran cantidad de información acerca del PRAT. Hay más de 50 publicaciones disponibles, la mayoría de ellas editadas o publicadas por a) instituciones del sector agrícola nacional directamente relacionadas con el proyecto; b) instituciones del sector agrícola en conjunto con instituciones de otros sectores; c) las principales instituciones sectoriales junto con otras organizaciones, nacionales o internacionales, interesadas o especializadas en el área; d) estudios llevados a cabo por ciertas instituciones, pues se buscaba su experiencia al respecto.

en cultivos de arroz sembrado en forma comercial, no supera el 30-32%. Esto podría mejorarse con solo cambiar el actual régimen de "mantenimiento continuo del espejo de agua" a un régimen de "mantenimiento intermitente". Con este cambio, la eficiencia del uso del agua, en los campos de arroz, podría llegar a un 70%.

Por otra parte, la retención de agua a nivel de parcela se encuentra en el orden del 55%, y esto se podría elevar a 71%, con solo controlar el rápido drenaje que ocurre en las fincas.

Asimismo, estudios realizados demuestran que si se controlara el volumen de agua de riego que entra en la parcela, sería posible ahorrar hasta un 70% del agua que actualmente se utiliza. Para lograr esto sería necesario: a) reducir la altura del espejo de agua, b) mantener un espejo intermitente y no uno continuo, c) reducir el drenaje (en algunos casos, eliminarlo).

Por último, otros estudios indican que el 25 % de los parceleros no preparan sus terrenos para recibir el riego (es decir, no llevan a cabo actividades como: quitar piedras, nivelar el terreno, hacer terrazas, y otras obras que han sido recomendadas) y simplemente "mojan el suelo" (sin ningún control apropiado) para cultivar la tierra. Por supuesto, con tales prácticas se utiliza -y se desperdicia- una gran cantidad de agua y se contribuye a aumentar el nivel freático.

Aumento en el nivel freático en San Luis

El excesivo uso de agua que se ha dado en forma intensiva durante los últimos 8 años, se refleja en el incremento del nivel freático, el cual, en algunas áreas del proyecto, se encuentra peligrosamente cercano a la superficie. En algunos puntos del área de San Luis, el nivel freático se mantiene constantemente a 0.50 m de la superficie. Esta es una clara advertencia de la necesidad de planificar

cuidadosamente, no solo el sistema de drenaje, sino también los sistemas de cultivo prevalecientes.

Componente : Suelo

Erosión de suelos causada por el riego

Actualmente no existen análisis cuantitativos que demuestren el grado de erosión de suelo que ha ocurrido en el área del proyecto. Sin embargo, observaciones realizadas por los autores de este capítulo muestran que la escorrentía superficial (medida en los desagües), corresponde casi al 45% del agua de riego recibida; es decir, el agua atraviesa la parcela y se pierde en los drenajes. Esta situación implica: erosión de suelo, pérdida de agroquímicos y de nutrientes solubles, formación de cárcavas, deposición de sedimentos en los drenajes principales (lo cual puede reducir su capacidad para evacuar el exceso de agua durante la estación lluviosa) y, por supuesto, un aumento, en los costos de mantenimiento de los drenajes.

Efectos del exceso de agua en la toma de nutrientes

Es posible que el exceso de humedad en el suelo -producto de los altos volúmenes de irrigación- resulte en una baja aireación lo cual, a su vez, podría ir en detrimento de los cultivos, afectando, particularmente, su respuesta a la aplicación de fertilizantes (el cultivo de arroz anegado también necesita oxígeno para la toma de nitrógeno).

Vientos de alta velocidad y erosión del suelo

La erosión del suelo producida por la alta velocidad de los vientos (promedio: 60-70 km/h, con registros de hasta 120 km/h) durante los meses de noviembre a marzo es evidente. Aunque no se han realizado análisis cuantitativos sistemáticos, se especula que cuando la tierra está siendo preparada durante los

períodos secos y de vientos de alta velocidad, se da una enorme pérdida de suelo por erosión eólica.

Conflicto en el uso de la tierra: uso actual versus potencial de uso

Los estudios de capacidad de uso del suelo son esenciales para garantizar que la selección de un determinado sistema de cultivo no interferirá con la productividad o la sostenibilidad del proyecto de desarrollo. Cualquier desviación significativa de la clasificación de uso de suelo original afectará, no solo la parcela individual, sino la totalidad del proyecto.

Un estudio semidetallado del suelo llevado a cabo en 1989 por el SENARA y el CATIE, determinó la clasificación de uso del suelo. En la práctica este marco de referencia debió haber sido la guía para adoptar sistemas de cultivo que aseguraran prácticas apropiadas de manejo de suelos.

Sin embargo, estudios efectuados por Fallas y Morera (ver capítulo 2 de este libro), basados en la comparación de uso y ocupación de suelo entre 1986 y 1992, detectaron una seria subutilización del suelo, al grado que ésta varía entre un 44 y un 68% (dependiendo del área del proyecto). Por otra parte, la sobre-explotación de la capacidad del suelo varía entre el 12 y el 37%.

Compactación del suelo

La agricultura moderna de alto consumo energético tiene otro efecto importante. El uso de maquinaria para preparar el suelo, controlar las malas hierbas y recoger las cosechas resulta en la compactación de suelos de por sí húmedos. Esto, a su vez, causa la erosión de la capa superior de suelo fértil.

Componente : Vegetación

Manejo de Cultivos

La selección de un patrón de cultivo, especialmente en un proyecto de riego,

debe tomar en consideración una gran variedad de posibilidades; de esta forma, recursos como el agua y el suelo serán utilizados de la mejor manera y se obtendrán beneficios a largo plazo, tanto en el rendimiento de los cultivos como en la manutención de la fertilidad del suelo.

Contrario a lo que se esperaba, el PRAT no ha diversificado los sistemas de cultivo. El arroz, la caña de azúcar y los pastizales son las principales cosechas (cubren del 85 al 90% del total del área cultivada).

Esta situación parece responder a dos factores: primero, a la falta de una tecnología de irrigación adecuada, y, segundo, a que la comercialización de los productos que tradicionalmente se cultivan en el área del proyecto está asegurada.

Efectos de un sistema de monocultivo

El monocultivo de caña de azúcar, por ejemplo, disminuye, en un alto grado, la fertilidad del suelo pues este cultivo es un fuerte extractor de N-P-K. En el caso del arroz, la parcela se nivela para que el agua quede estancada. Según autores como Vásquez (1986), esto, por lo general, produce un desequilibrio de los nutrientes del suelo, y especialmente de los micronutrientes. La siembra continua de arroz podría crear algunos problemas de hidromorfismo si, dentro del sistema de cultivo, no se prevé un período para que el suelo descanse.

En el PRAT no existe un sistema de rotación de cultivos, lo que significa que, en la actualidad, los agricultores no están empleando prácticas sostenibles de cultivo o de cuidado del suelo.

b. Tenencia de la Tierra y Formas de Organización Social

El PRAT distribuyó, por medio del IDA, 3.000 ha de tierra entre pequeños agricultores; otras 3.000 ha se encuentran

en manos de medianos y grandes agricultores. Un estudio de la UCR señala una reconcentración gradual de la tierra en manos de los medianos y los grandes agricultores, éstos las adquieren de los pequeños beneficiarios). El estudio también revela que, dentro del área del proyecto, existe una tendencia (15% de los pequeños agricultores) a alquilar la tierra para que otras personas, que no son beneficiarios, la cultiven y compartan la producción, especialmente la cosecha de arroz. Estos procesos son una clara advertencia del cambio que está ocurriendo con respecto a los objetivos sociales originales del proyecto.

La evaluación de la Primera Fase del proyecto -llevada a cabo por IICA-SENARA (1991)- indica que la mayoría de los beneficiarios (41%) son mayores de 50 años, y 46 % de ellos se encuentran en el rango de 30 a 50 años. Esto quiere decir que es necesario efectuar un reemplazo - con recursos humanos jóvenes y capacitados- que sea compatible con los objetivos socioeconómicos del proyecto.

Las referencias técnicas sobre las Formas de Organización Social en el área del Proyecto son escasas. La misma evaluación (IICA-SENARA: 1991) reveló que hay una falta de FOS dentro del proyecto, especialmente en San Luis y Paso Hondo, aunque en la fase inicial del proyecto se reportaron organizaciones tales como cooperativas y Sociedad de Usuarios para el uso del agua de riego. Estas primeras experiencias no han probado ser efectivas para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, la cooperativa que funciona en el área de Bagatzí es una organización eficiente.

c. Características Institucionales de MRN

En un proyecto de desarrollo rural o agrario, las actividades llevadas a cabo por las instituciones (públicas o privadas) en gran medida determinan el tipo de intervención a que serán sometidos los RN.

El grado de cumplimiento de los objetivos establecidos en el proyecto se reflejará en el MRN, tanto a nivel microrregional como de proyecto. Por lo general, en un PD los sistemas de cultivo que se estimularán, la comercialización de la cosecha y otros servicios de apoyo ya han sido predeterminados. Más aún, es posible que los componentes de MRN (agua, suelo y producción de cosechas) estén, en gran medida, influenciados por la manera en que han sido definidos por el proyecto, lo cual, deja poca flexibilidad para que los agricultores operen o gesten otras alternativas.

Por otra parte, una vez que el financiamiento para el proyecto empieza a fluir, las instituciones directamente relacionadas con él reorganizan o replantean su estructura institucional para implementar el proyecto. En el caso del PRAT, las dos instituciones que asumen, en mayor grado, la responsabilidad de conducir las fases I y II del proyecto son el SENARA y el IDA. El MAG, el EEEJN, el CNP, y el MIRENEM colaboran brindando apoyo (IICA-SENARA: 1991). Todas estas instituciones son coordinadas por una Junta Coordinadora.

El SENARA ha ejecutado toda la estructura física de la primera fase y ha estado operando (y dándole mantenimiento) al sistema de riego. El acondicionamiento de las tierras de los beneficiarios también fue, en parte, responsabilidad del SENARA. Además, el SENARA debía trabajar de cerca con los beneficiarios, organizarlos y lograr que constituyeran y pusieran en funcionamiento una "Sociedad de Usuarios" que garantizara el uso eficiente de agua en el proyecto (IICA-SENARA: 1991).

En el caso del IDA, su mayor responsabilidad reside en adquirir los terrenos de los grandes agricultores que se encuentran en el área del proyecto, y asignárselos a los beneficiarios. Posteriormente, una vez completada la infraestructura de riego, el IDA asume

actividades de asentamiento (vivienda, educación, formación de organizaciones sociales relevantes) y, hasta cierto punto, la infraestructura que involucra los bosques o la vegetación que existe dentro o alrededor de las parcelas de los beneficiarios.

Uno de los análisis más comprensivos acerca del desarrollo institucional fue realizado conjuntamente por IICA-SENARA (1991). Este estudio repasa el desarrollo histórico de las instituciones, sobre todo del SENARA, que ha sido la principal institución que se ha asociado con el desarrollo y ejecución de este proyecto. Entre otras cosas, dicho estudio propone la coordinación de todas las instituciones locales de desarrollo, para lograr un uso racional de los recursos hídricos. La Junta Coordinadora del proyecto es vista como la única entidad capaz de promover la participación local (instituciones, beneficiarios y sector privado), con el fin de garantizar un buen manejo, particularmente en lo que se refiere a investigación, extensión, políticas crediticias, comercialización y mantenimiento del proyecto de riego mismo, para un desarrollo sostenible (Ver Figura 8).

Estas recomendaciones de IICA-SENARA (1991) concuerdan con los actuales mandatos de especialización, descentralización y desconcentración de las instituciones públicas. Además, prevén una interacción cercana entre el proyecto, los factores institucionales y los aspectos biofísicos y sociales (participación local).

5.2. Percepción de las autoridades institucionales

A continuación se detalla la manera en que las autoridades institucionales perciben el cumplimiento de los objetivos de MRN, y la relación con la TT y las FOS (SENARA e IDA) a nivel de proyecto.

a. Percepción del MRN de acuerdo con el SENARA

El SENARA es una institución especializada en irrigación y drenaje. Es responsable de ayudar a acondicionar la tierra para irrigación y, también, de garantizar el agua para los beneficiarios. Pero, además, por ley, debe organizar una Sociedad de Usuarios (de agua).

En los cuadros 2 y 3, se establecen los objetivos percibidos por esta autoridad en cada componente de manejo, el grado de relación con la programación institucional y el nivel de cumplimiento.

Los resultados señalan que los objetivos del SENARA están directamente relacionados con actividades como protección, conservación, y dotación del agua necesaria. Sin embargo, en estos aspectos se reporta un nivel de cumplimiento muy bajo (3 puntos de un máximo de 10). En cuanto a la responsabilidad de promover una "Sociedad de Usuarios", ésta apenas si ha sido alcanzada (3 puntos de 10) por el SENARA. Esto constituye una deficiencia fundamental en el cumplimiento de las responsabilidades institucionales de organizar socialmente el uso del agua de riego.

También se reconoce un pobre desempeño en términos de conservar el suelo o de evitar la pérdida de nutrientes por escorrentía. Por otra parte, en cuanto al manejo de vegetación y cultivos, el SENARA percibe objetivos directamente relacionados con la conservación del área boscosa y debe, además, proponer un calendario de cultivos que garantice un óptimo uso del agua. En estas áreas, sin embargo, solo un 40% del trabajo se reporta como realizado.

La percepción general de la autoridad del SENARA, es que hay una falta de efectividad institucional tanto en lo que se refiere al manejo del agua, del suelo y de las cosechas, como a la promoción de organizaciones sociales que manejen los recursos hídricos para irrigación.

Cuadro 2. Recursos Naturales. Percepción de Objetivos y Grado de Cumplimiento

AUTORIDAD : SENARA

Recursos Naturales	Objetivos percibidos	Relación con la Programación					
		MP	P	N	D	MD	NC
Agua	-Protección, conservación y aumento del área bajo riego. -Brindar asistencia técnica a los agricultores, espec. a los pequeños. - Proveer una óptima cantidad de agua.				X		3
Suelo	-Organizar Sociedad de Usuarios -Conservar el suelo. Evitar la erosión y la fuga de nutrientes.			X			3
Vegetación	-Conservar la vegetación y el área boscosa tanto como sea posible.				X		4

MP= Muy Poco P= Poco N= Neutral D= Directamente MD= Muy Directamente
NC= Nivel de Cumplimiento

Cuadro 3. Tenencia de la Tierra y Formas de Organización Social. Percepción de Objetivos y Grado de Cumplimiento

AUTORIDAD : SENARA

Concepto	Objetivos Percibidos	Relación con la Programación					
		MP	P	R	D	MD	NC
Tenencia de la Tierra	Democratizar el riego, especialmente para los pequeños y medianos agricultores. Proveer irrigación tanto a pequeños como a medianos y grandes agricultores.				X		9
Organización Social de los Agricultores	De acuerdo con la Ley de Agua es obligatorio pertenecer a la Sociedad de Usuarios para tener acceso al agua de riego. Promover y fortalecer estas organizaciones a nivel del PRAT.				X		5

MP= Muy Poco P= Poco N= Neutral D= Directamente MD= Muy Directamente
NC= Nivel de Cumplimiento

En cuanto al desempeño institucional del SENARA en relación con la TT y las FOS, los resultados son relativamente altos en el factor TT, al proveer de riego a pequeños y medianos propietarios en el proyecto. En cuanto a la promoción de organizaciones sociales para el uso del agua, las respuestas señalaron que sólo se alcanzó el 50 % del objetivo.

En general, el SENARA percibe que, aunque se ha realizado un buen trabajo dotando de agua a pequeños y medianos agricultores, hay una falta de programación para dirigirlos hacia un buen MRN en el área del proyecto.

b. Percepción del MRN de acuerdo con el IDA

El IDA es una institución de desarrollo agrario originalmente orientada a la reforma agraria. En la mayoría de los casos distribuye tierra entre quienes carecen de ella, en ocasiones comprándosela a grandes agricultores (como ocurrió en el PRAT). Una de sus funciones es la de promover organizaciones sociales de agricultores, especialmente cooperativas de agricultores. El desarrollo social de estos beneficiarios, incluyendo la vivienda, forma parte de sus objetivos. En los cuadros 4 y 5, se presentan las percepciones de MRN de la autoridad regional directamente involucrada en el PRAT.

El manejo del agua no es responsabilidad directa del IDA, sin embargo, existe un mandato general para que esta institución promueva el uso racional de los recursos naturales, incluyendo el del agua. Se reporta que el cumplimiento de estos requerimientos no alcanza un nivel adecuado (4 puntos de 10).

Una de las principales responsabilidades del IDA es garantizar el uso adecuado de la tierra. Fundamentalmente, se requiere un estudio de capacidad de suelo antes de comprar la tierra -que va a ser distribuida entre los beneficiarios- y en una etapa avanzada del proyecto, el IDA tiene la responsabilidad de recomendarles a los agricultores un sistema particular de cultivos, para así, evitar conflictos en el uso de la tierra, ya sea por sobreutilización o por subutilización de los suelos.

Estas especificaciones acerca del uso de la tierra, que son responsabilidad directa del IDA, son ejecutadas apenas a un nivel de 4 puntos (de 10 posibles). Esto quiere decir que el proyecto adolece de conflictos en el uso de la tierra, porque los estudios de uso de la tierra no toman en cuenta la participación de los beneficiarios. En otras palabras, los

esfuerzos institucionales no son lo suficientemente convincentes ni brindan la asistencia técnica o la infraestructura necesaria para que los agricultores respalden un sistema adecuado de uso de la tierra y se apeguen a él.

No obstante lo anterior, en términos del manejo agroforestal, la responsabilidad directa del IDA en el PRAT sí ha sido asumida en gran medida (7 de 10 puntos). Estos esfuerzos del IDA se pueden palpar en estudios de barreras contra vientos, efectuados para el proyecto, y también en el proyecto para proteger las viviendas de Bagatzí con un anillo de vegetación.

Además, esta institución tiene un mandato para conservar o reservar el 10% del área del proyecto. En términos de MRN y su relación con la TT, el IDA ha cumplido, en gran medida, con los objetivos percibidos (9 de 10 puntos).

La organización social, sobre todo la dirigida a asegurar los insumos para la producción es responsabilidad del IDA. Sin embargo, de acuerdo con la autoridad del IDA, los esfuerzos para promover la organización social en el área del proyecto son muy limitados (4 de 10 puntos). Adicionalmente, la Dirección Regional del IDA manifiesta que los beneficiarios no viven en sus fincas, lo cual significa una fuerte limitación para un apropiado MRN.

5.3. Percepción de los Técnicos Informantes (GT)

La metodología de ERR, discutida anteriormente, se adaptó para que el GT sistematizara sus experiencias de MRN y colaborara con lineamientos técnicos para el proyecto. Se obtuvieron los siguientes resultados :

- a. La discusión ayudó a configurar una microrregión y tres sub-microrregiones :

Cuadro 4. Recursos Naturales. Percepción de Objetivos y Grado de Cumplimiento

AUTORIDAD : IDA		Relación con la Programación					
Recursos Naturales	Objetivos Percibidos de la Autoridad	MP	P	R	D	VD	NC
Agua	Existe legislación para usar racionalmente los RN.					X	4
Suelo	Analizar el suelo antes de comprar la tierra. Realizar un diseño previo a la distribución de las parcelas. Hacer a los agricultores las recomendaciones pertinentes sobre el sistema de cultivos que utilizarán en sus parcelas.					X	4
Vegetación	Manejo Agroforestal en el PRAT					X	7
MP= Muy Poco D= Directamente		P = Poco MD= Muy Directamente		NC= Nivel de Cumplimiento		N= Neutral	

Cuadro 5. Tenencia de la Tierra y Formas de Organización Social. Percepción de Objetivos y Grado Cumplimiento

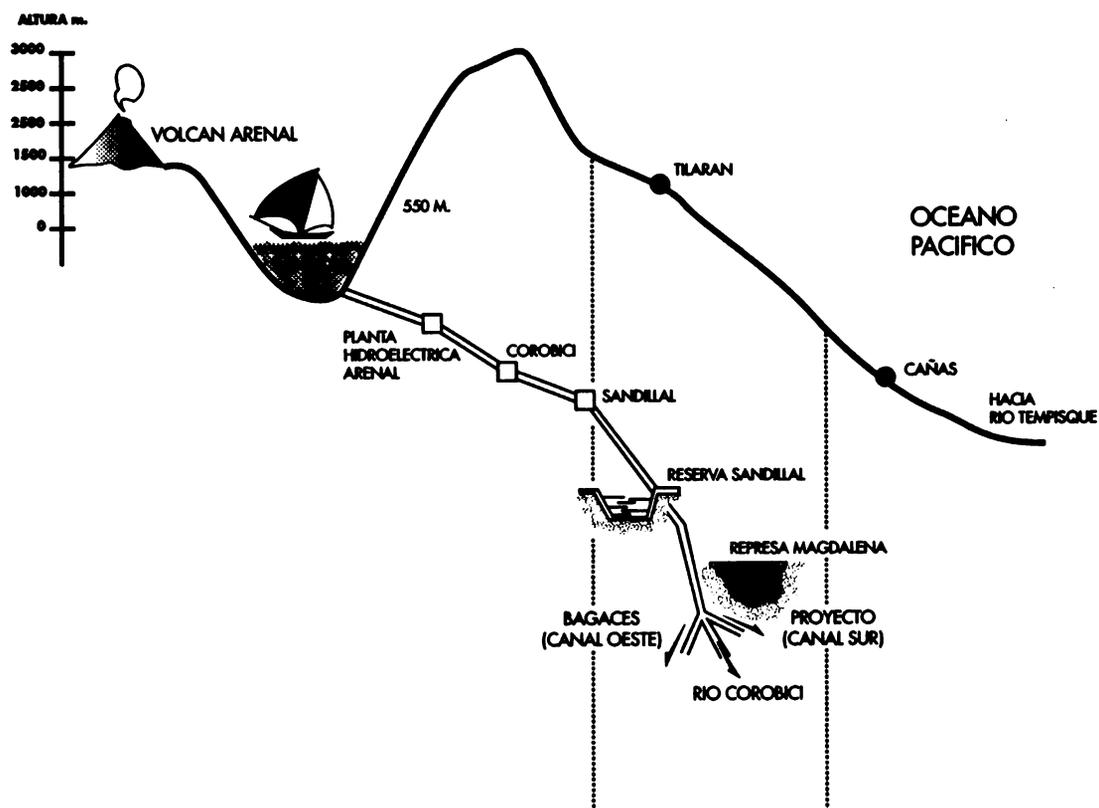
AUTORIDAD: IDA		Relación con la Programación					
Concepto	Objetivos Percibidos de la Autoridad	MP	P	R	D	MD	NC
Tenencia de la Tierra	Cumplir una función social al distribuir tierra entre los beneficiarios que llenen los requisitos. Proteger cerca del 10% de la tierra para propósitos de la reserva. Suelos no aptos para cultivos deben ser conservados					X	9
Organización Social de los Agricultores	Todas las formas de organización social en el proyecto son responsabilidad del IDA. Garantizar un uso racional de los insumos para la agricultura, lo cual puede lograrse mediante organizaciones sociales.					X	4
MP= Muy Poco MD= Muy Directamente		P = Poco		NC= Nivel de Cumplimiento		N= Neutral D= Directamente	

- Sub-Microrregión I (SMR I): Se refiere al Area de Conservación Arenal (ACA)
 - Sub-Microrregión II (SMR II): Se refiere al área comprendida entre el pueblo de Tilarán y el comienzo del pueblo de Cañas.
 - Sub-Microrregión III (SMR III): Se refiere al área del proyecto donde se sitúan Paso Hondo, San Luis y Bagatzí.
- b. Con base en la configuración de estas SMR y las áreas del proyecto, el GT desarrolló los siguientes transectos, tomando en cuenta las variables tiempo y espacio: identificación del sistema de uso de la tierra en la microrregión; identificación del sistema de tenencia de la tierra de la microrregión; identificación de las formas de organización social de la microrregión; identificación de la presencia Institucional en la microrregión.
- b.1. Sistema de uso de la tierra de la microrregión (transecto 1): Este transecto contempla la evolución de los sistemas de agricultura de las tres submicrorregiones, la evolución de los sistemas de agricultura durante un período de 15 años (después de 1980 y previo a ese período). En la SMR I el cultivo de café y de granos básicos, ha cedido su lugar a la cría de ganado para producción de leche. Además, como parte del proceso de diversificación, se han establecido plantaciones de macadamia y cítricos. En la SMR II, se mantiene la cría de ganado de engorde. En SMR III, se puede notar la introducción de sistemas de riego; ocurre movimiento de tierra para irrigación y en Bagatzí, casi 1000 ha de área boscosa son cortadas con fines de irrigación.
- b.2. El sistema de tenencia de la tierra de la microrregión (transecto 2): Este transecto se refiere al actual sistema de tenencia de la tierra. (El GT se siente cómodo discutiendo los cambios que ocurren en el presente, pero no los cambios que podrían ocurrir a través del tiempo). Ellos observan que la SMR I presenta diversas formas de tenencia de la tierra: las tierras altas dominadas por grandes y medianos agricultores, y las partes bajas ocupadas por pequeños agricultores. La principal preocupación es que no existe ninguna regulación en cuanto al uso de la tierra.
- b.3. Formas de organización social entre los agricultores de la microrregión (transecto 3): El GT identifica la presencia de varias cooperativas en la SMR I. Por lo general los agricultores se organizan alrededor de actividades de producción como cultivos, producción de leche, pesquerías, y las actividades generales de los pequeños agricultores del IDA.
- b.4. Presencia institucional en la microrregión (OG y ONG) (transecto 4): A través del tiempo, la presencia institucional ha aumentado sustancialmente, tanto en la SMR I como en la SMR III. En estas dos áreas se observó un incremento gradual de OG y ONG (nacionales e internacionales), especialmente de aquellas relacionadas con MRN.

5.4. Percepción de los agricultores acerca del MRN en el proyecto y en la parcela.

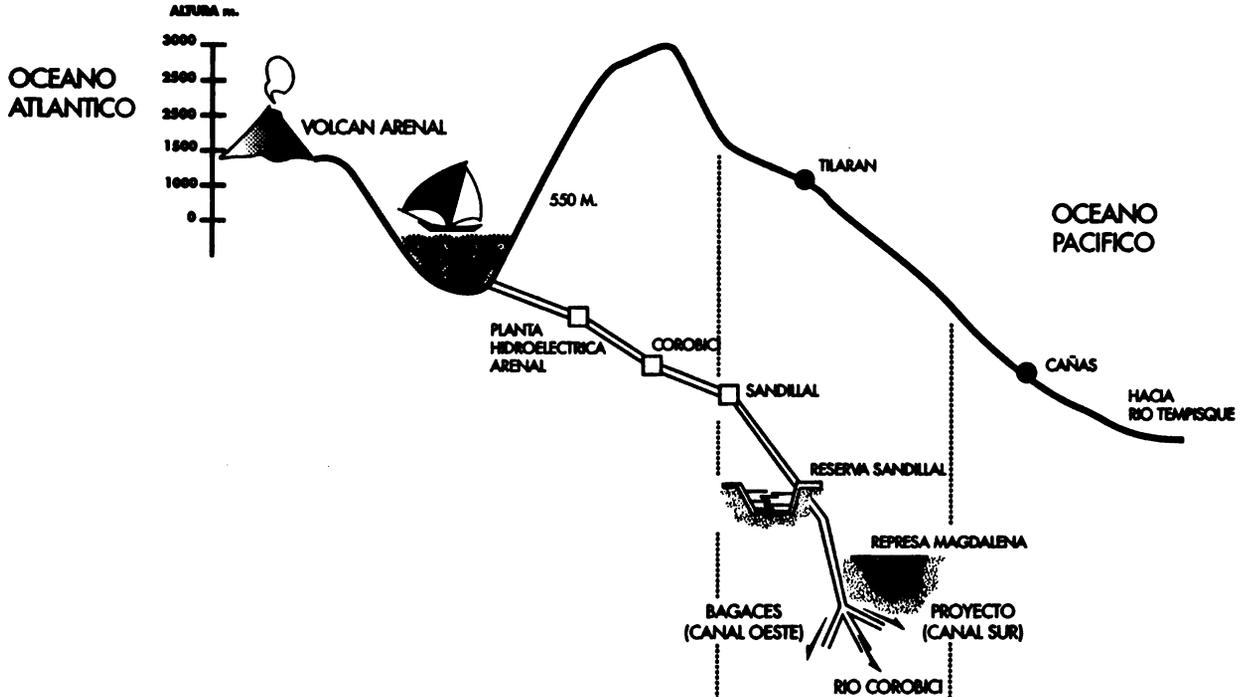
Una sesión participativa de un día con el GA condujo al desarrollo de transectos que explican diferentes aspectos de MRN

Transecto 1. Identificación de Sistemas de Uso de Tierra en la región: Una Visión de Tiempo y Espacio.



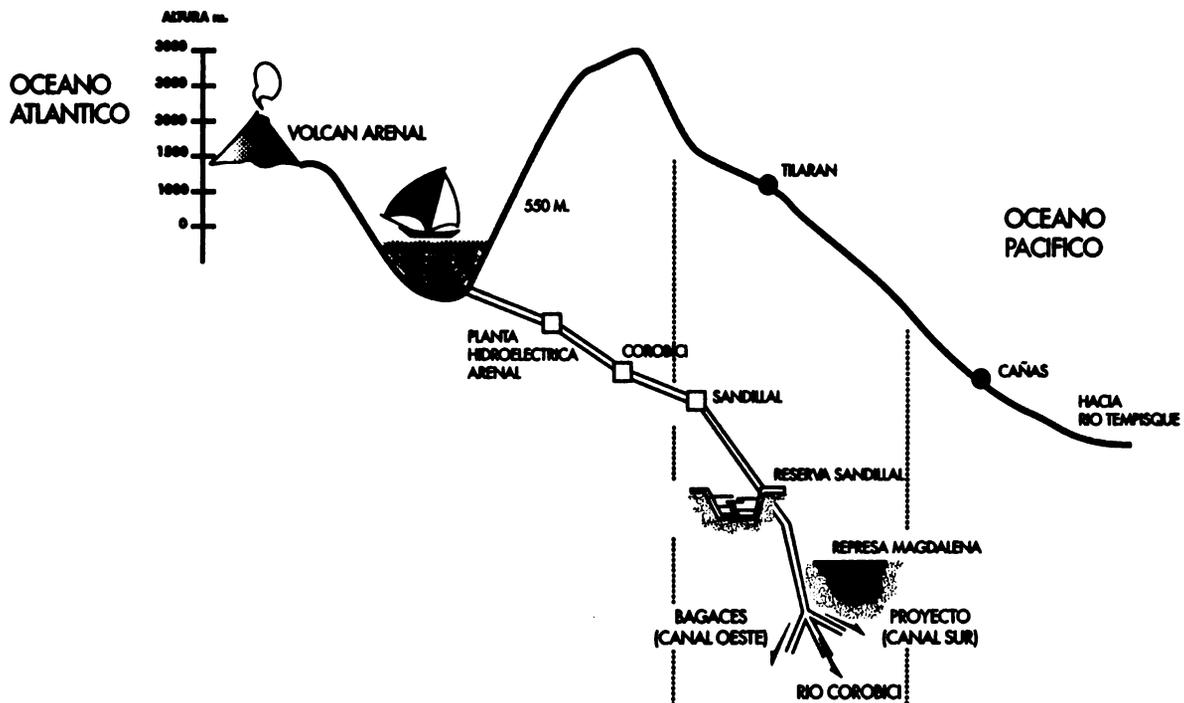
	SMR I	SMR II	SMR III
Antes de 1980	Cría de ganado para carne; arroz; maíz; frijoles; café.	Ganado para producción de carne.	Algodón, sorbo, arroz inundado, ganado para carne. En este momento hay aproximadamente 1000 ha de bosque en Bagatzí.
1981-1985	Arroz, café intensivo, macadamia, ganado para carne y leche, tomates. Comercialización de: Leche, por la Dos Pinos gracias a los caminos que abrió el ICE; café a través de Coopetila.	Ganado para producción de carne.	Decrece el sorgo y el algodón comienza la construcción del canal, el IDA compra fincas, comienza la irrigación, se comienza la nivelación del suelo y se intensifican los granos.
1986-1990	Se intensifica la cosecha de macadamia por tres grandes compañías. El río Chiquito se practica la producción de leche y manufactura de queso. Se intensifica la agricultura en el área Tronadora y Nuevo Arenal.	Ganado para producción de carne.	Aumenta el cultivo de arroz y sorgo, disminuye la cría de ganado. Se abandona la no-irrigación del suelo, lo que acarrea la nivelación por irrigación.
1991-1993	Declina el café, y la mano de obra nicaragüense deja la producción de leche y la producción de carne continúa. Muy pocos establecimientos del IDA con cultivos vegetales: H.Sibaja, N.Arenal y Quebrada Azul. Se observan los primeros rompimientos de COOPETILA. Comienza el turismo.	Ganado para producción de carne.	Se mantienen las actividades e inicia la segunda fase de construcción de canales

**Transecto 2. Identificación de Sistemas de Tenencias de tierra en la región:
Una Visión de Tiempo y Espacio.**



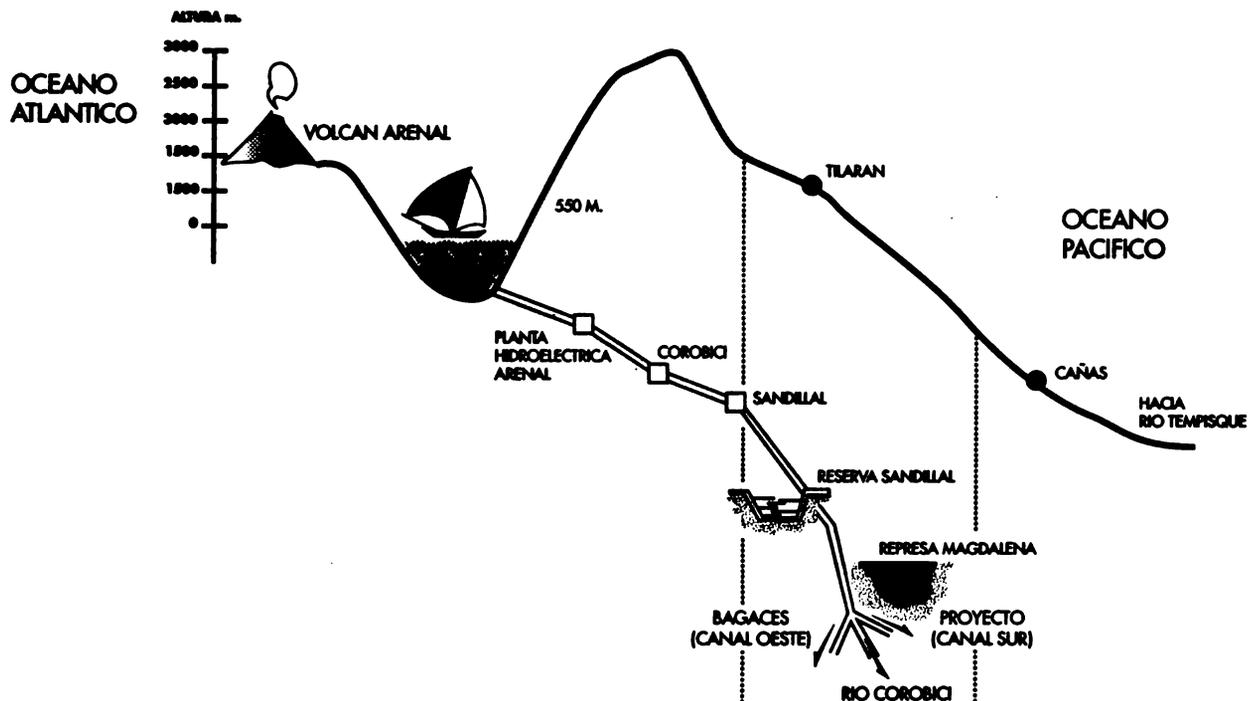
SMR I	SMR II	SMR III
<p>En el área de Tronadora y nuevo Arenal, el ICE ha entregando 5 ha (25% de área) de parcelas cercanas al lago. En las áreas altas de una altitud de 800 a 1850 MSNM continúa las fincas medianas y grandes. Los finqueros pequeños están situados entre los 500 y 700 msnm.</p> <p>Hay una invasión de protección de tierras pobres en el área del lago.</p> <p>No hay entendimiento común entre el ICE y el MIRENEM.</p> <p>No hay ningún plan para regular el uso de la tierra.</p>	<p>Medianos y grandes finqueros con cría de ganado.</p>	<p>De las 600 ha de la primera fase, hay 1800 ha del IDA y 150 ha del MAG (30% pertenece al Estado costarricense).</p>

Transecto 3. Identificación de formas de Organización Social en la región.



SMR I	SMR II	SMR III
<p>COOPETILA: café, macadamia y bosque. COOPE EL DOS: café y bosque. ASOCIACION CONSERVACIONISTA GUANACASTE: agrosilvopastoril. COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE MONTEVERDE: queso, carreteras UPANACIONAL: Sindicato de pequeños finqueros. ASOCIACION DE MUJERES ASOCIACION DE PRODUCTORES DEL IDA BANCO COMUNAL ARENAL COOPE HUETAR NORTE: pescaderías CAMARA DE GANADEROS</p>	<p>CAMARA DE GANADEROS COOPETILA</p>	<p>SITRAGUA: sindicato UPA: sindicato de pequeños finqueros. CAMARA DE GANADEROS LAICA: sindicato de caña CATUCA: turismo FUNDESCA: desarrollo sostenible del cantón. ASOCIACION DE PRODUCTORES DE ARROZ BAJO RIEGO: en paso de hongo y San Luis CENTRO- AGRICOLA CANTONAL ASOCIACION CAMPESINA FINCA LA GUARIA ASOCIACION DE MUJERES EL HOTEL: pequeña agroindustria SOCIEDAD DE USARIOS: uso de agua para irrigación, sólo funciona en Bagatzf.</p>

**Transecto 4. Identificación de la presencia Institucional en la región:
Visión temporal y espacial.**



	SMR I	SMR II	SMR III
Antes de 1980	IDA en Quebrada Azul ICE MAG ICT Municipalidad de Tilarán	ICE MIRENEM	IDA, SNE, MAG, CNP, Cámara de Ganaderos.
1981-1985	IDA ICE MAG ICT Municipalidad de Tilarán COOPETILA	ICE MOPT	IDA, SNE, MAG, CNP, INA Cámara de Ganaderos, Consultoría agroeconómica (Alemania), China, España, Misión Holandesa, SENARA, UCR, DIECA, PEASE, CORP (USA)
1986-1990	IDA, ICE, MAG, ICT, Municipalidad de Tilarán, COOPETILA, MIRENEM-Dirección de minas.	ICE MOPT	Los anteriores más: MIRENEM, FAO, CATIE, GTZ (Tilapia), Amigas de Lomas de Baududal, Oficina de Arroz, Sistema de Banca Nacional
1991-1993	IDA, ICE, MAG, ICT, Municipalidad, Coopetila, MIRENEM-ADA-ACDI, Minería, Cámara de Ganaderos, GTZ (Tilapia), FINCA.	ICE MOPT	Los anteriores más: IICA, UNA, FUNDESCA, AGUADEFOR, Asociación arrocera, abandonada, GTZ

y su relación con la TT y las FOS, tanto a nivel de proyecto como de finca. En las líneas siguientes se encontrará un análisis de dichos transectos.

Identificación de las principales actividades (uso de la tierra) y problemas (aspectos de MRN) en tres áreas de la microrregión (ver transecto No. 5) :

En general, los agricultores perciben que en el área del Lago Arenal se practican actividades que favorecen la erosión del suelo, por ejemplo, cría de ganado, pastizales, café, vegetales, y siembra de frijoles. Sin embargo, a la vez identificaron una significativa reforestación. También señalaron que la actividad del "hotel" está creciendo. En términos de posesión de tierra, reportaron que hay grandes agricultores, pero también una amplia distribución de la tierra. Mencionaron la actividad minera, la cual, según ellos, está contaminado el lago.

En cuanto al área comprendida entre Tilarán y el pueblo de Cañas, expresaron que allí ha habido un 100% de deforestación y que los grandes finqueros practican la cría de ganado en forma extensiva. Consideran que ha habido una tendencia a ignorar la necesidad de sombra y de protección contra los vientos (funciones que cumplen los árboles). Además, hay erosión de suelos en áreas con pendientes pronunciadas.

Además, señalaron que los fuertes vientos limitan la agricultura; la quema de la caña de azúcar no "estimula" el crecimiento de los árboles (reforestación); la fumigación aérea (herbicidas) afecta a los seres humanos, contamina el agua, e impide la siembra de vegetales; y, finalmente, apuntaron que algunos agricultores han emigrado por la falta de diversificación agrícola.

Identificación de instituciones. Percepción de su contribución a los agricultores (ver transecto No. 6):

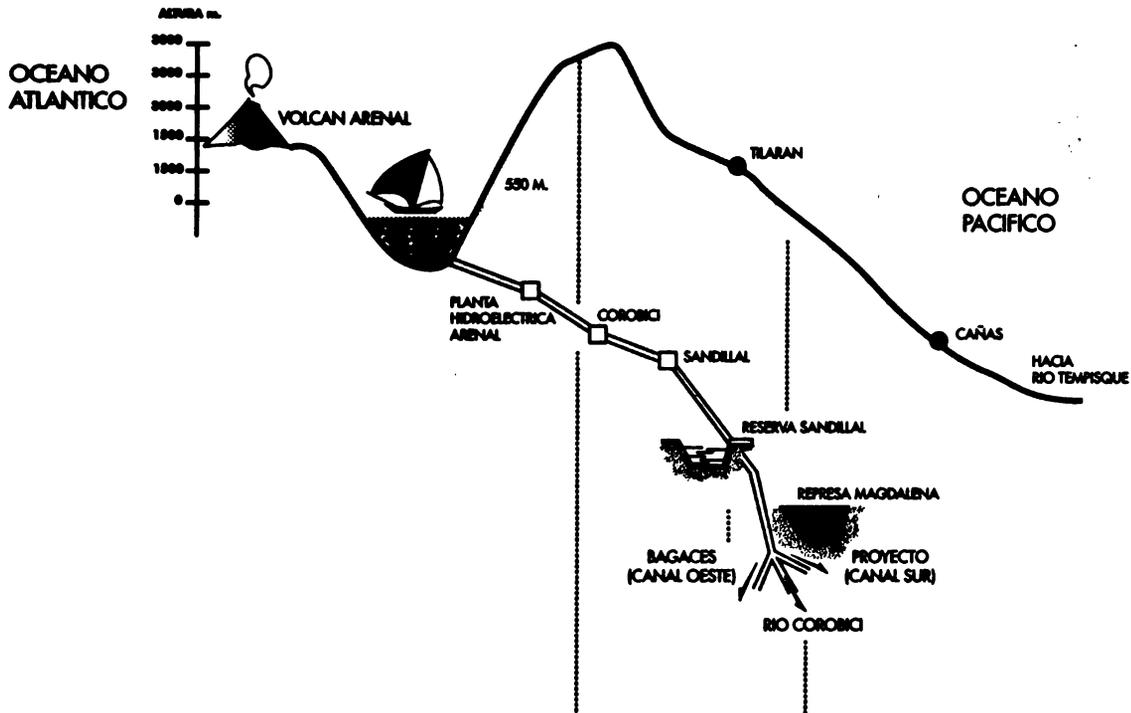
En el área del lago, los agricultores señalaron a tres instituciones públicas como importantes para el cumplimiento de los objetivos del Proyecto (en relación con el estímulo a actividades agropecuarias): el ICE, el IDA y el MAG. También identificaron a las empresas cooperativas Coopetila y Dos Pinos, por su interés en desarrollar mecanismos y canales de comercialización, favorables a los intereses de los agricultores. En el área comprendida entre Tilarán y el pueblo de Cañas, señalaron a las mismas instituciones públicas indicadas arriba. Su percepción agrega al SENARA y al CNP como instituciones públicas.

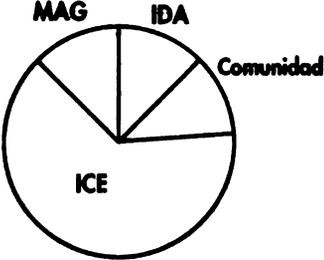
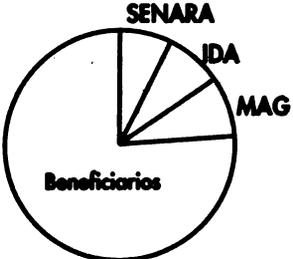
La presencia institucional, manifestaron, ha creado los espacios necesarios para potenciar las acciones de los productores y para fomentar su organización. En este sentido, ha habido un cambio importante en la actitud de los pequeños productores, por aprovechar, las oportunidades para comercializar y mercadear sus productos. Estas oportunidades han venido acompañadas, en algunos casos, por charlas técnicas y capacitación en áreas específicas, como producción y gestión. Sin embargo, los agricultores, opinan que ellos han progresado más por su propio esfuerzo que por los esfuerzos institucionales. Casi un 80% del esfuerzo es de ellos, dicen, 10% del SENARA, 10% del IDA, y nada del MAG.

Identificación de cambios en el uso de la tierra en el proyecto (ver transecto No. 7):

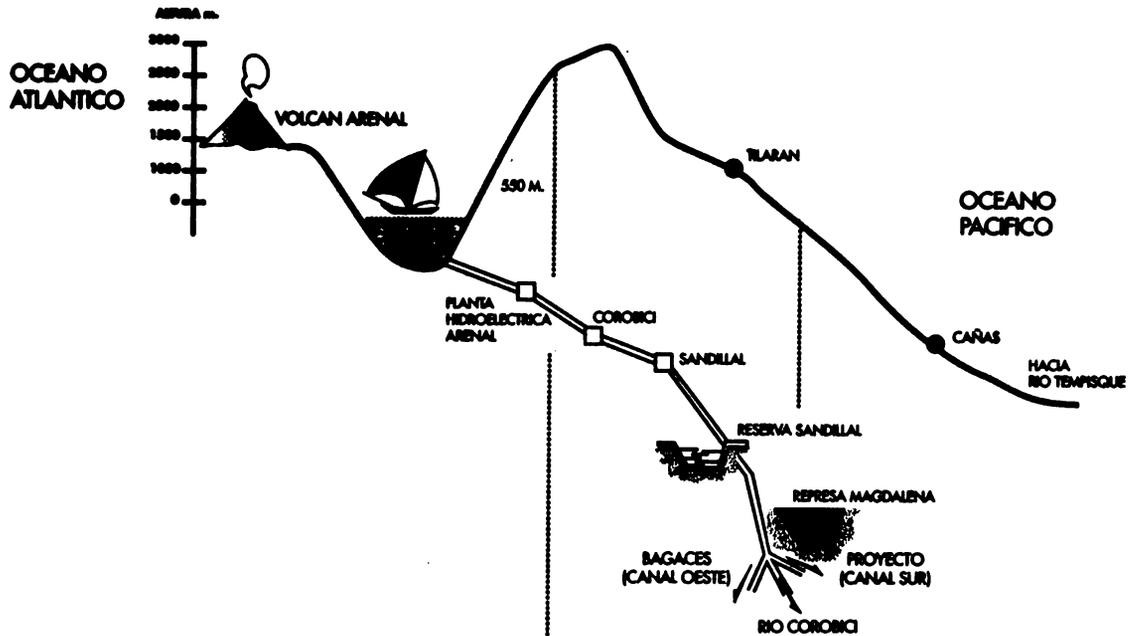
El transecto preparado por los agricultores especificó las tres áreas del proyecto: Paso Hondo, San Luis y Bagatzí, y allí se identificaron los cambios ocurridos en el uso de la tierra a través de cuatro períodos de tiempo. El primero se refiere a la época previa a 1980, el segundo al período comprendido entre 1981 y 1985 -cuando iniciaba la irrigación-, el tercero va de 1988 a 1990 -cuando el riego alcanza su máximo

Transecto 5. Identificación de las principales Instituciones presentes en la región



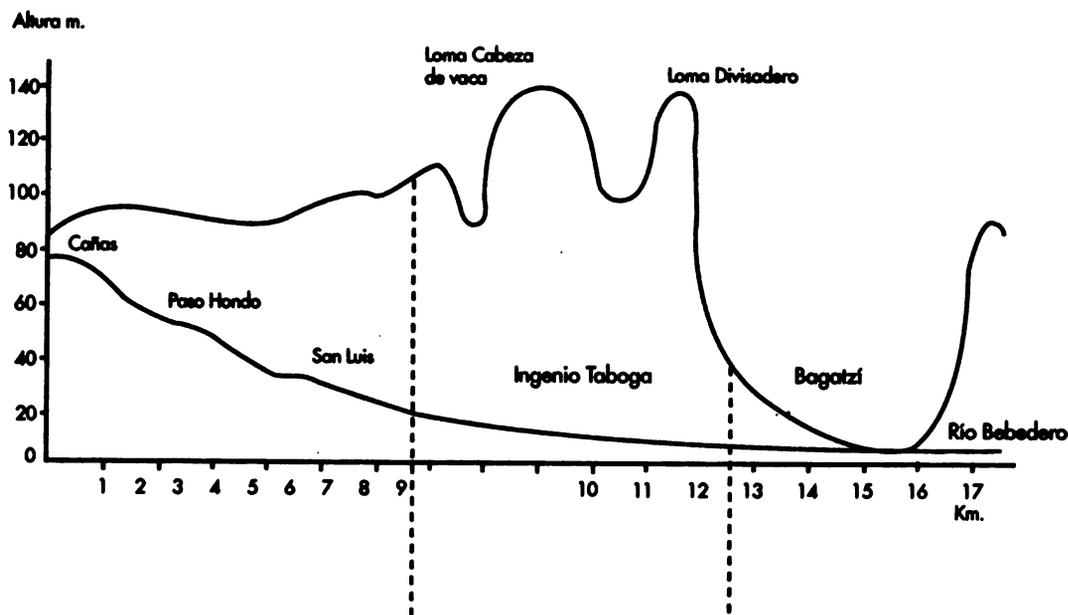
SMR I	SMR II	SMR III
<p>Area entre el Lago y la ciudad de Tilarán</p>	<p>De tilarán a la ciudad de Cañas</p>	<p>De Cañas al Río Tempisque (área del proyecto)</p>
<p>Estado: ICE, IDA, MAG Privada: COOPETILA, DOS PINOS, CENTRO-AGRICOLA, LIGA CONSERVACIONISTA</p> <p>Círculo representativo de la percepción de KFIPG acerca del funcionamiento de instituciones estatales</p> 	<p>Estado: ACE, IDA, MAG Privada: CENTRO-AGRICOLA</p>	<p>Estado: SENARA, IDA, MAG, CNP Privadas y otras: CENTRO AGRICOLA CANTONAL, FAO, FUNDACION ALEMANA (Consultora Agroeconómica), MISION ESPAÑOLA, UCR</p> <p>No hay coordinación para lograr una buena irrigación (para asegurar crédito, mercado, transporte y otros). Los finqueros son usuarios del proyecto, no beneficiarios. Los empleados son los beneficiados.</p> <p>Círculo representativo de la percepción de KFIPG acerca del funcionamiento de instituciones estatales:</p> 

Transecto 6. Identificación de las principales actividades (uso de la tierra) y los problemas en el MRN.



SMR I	SMR II	SMR III
<p>Area entre el lago y la ciudad de Tilarón</p>	<p>De Tilarón a Cañas</p>	<p>De Cañas al Río Tempisque (área del proyecto)</p>
<p>¿Qué ha pasado en esta área? ¿Qué tipo de agricultura se practica? Persiste la distribución de tierras entre los grandes finqueros. En las partes altas el clima es frío: pastura, producción de carne y leche, un poco de reforestación, tomate, chile y café. Se observa erosión en los cultivos de café y frijoles. Hay hoteles. ¿Qué se va a hacer acerca del Lago del Arenal? Hay mucha erosión, el Gobierno debería intervenir, dejar a las personas solas en un error. Hay corrupción en deforestación y la comercialización de la madera. El lago es dominado por extranjeros, el MIRENEM no cumple sus obligaciones. La actividad minera en el lago, trae consigo erosión y contaminación.</p>	<p>Hay un 100% de deforestación y cría extensiva de ganado para producción de carne y leche. El mayor problema comienza. Ha habido una tendencia a ignorar la necesidad de sombra y protección del viento para la producción animal. No hay mucha agricultura en esta área por la erosión de estas áreas escarpadas. Hay propietarios de grandes extensiones de tierra.</p>	<p>Fuertes vientos limitan las actividades agrícolas, la cría de ganado para carne. Predomina el arroz y la caña de azúcar. La quema de caña de azúcar limita el bosque. No es una actitud positiva para la reforestación; sin embargo, se están haciendo investigaciones para hacerlo posible. Los sistemas de pastos y árboles son buenos para conservar el agua. Hay algunas pesquerías. Hay una incontrolable explotación de arena. El problema de los químicos en el esprei afecta la salud, contamina el agua y los techos de las casas. Se han tomado varias acciones que no han dado resultado. Al principio se daba el cultivo de vegetales para subsistencia, ahora por los contaminantes del aire. Algunos finqueros han migrado de la zona por la escasez de diversificación.</p>

**Transecto 7. Identificación de Cambio en el uso de la Tierra en el área del Proyecto:
Visión Espacial y temporal.**



	PASO HONDO	SAN LUIS	BAGATZI
Antes de 1980	Cría extensiva de ganado, sorgo, algodón, pastura, árboles y pequeños parches de bosques, guácimo y gulchite	Cría de ganado, Kenalf, algodón, sorgo. Hay madera para construcción: cedro y cenfzaro.	Todo es bosque primario.
1981-1985	Movimiento de tierras por nivelación: Arroz, cultivo de vegetales (cebolla, tomate, chile) y papaya, con canales de riego disponibles (Río Corobicí). Sorgo y cultivos en seco.	Aún quedan algunos parches de bosque, caña de azúcar, melón y sorgo. Cría de ganado	Todo es bosque primario.
1986-1990	Inicia la "fiebre" por el cultivo de arroz, continúa el chile jalapeño. Continúa la cría de ganado, pastura y sorgo. Movimiento de tierra por nivelación	Inicia la nivelación de tierras acompañada por deforestación, sufre la caña de azúcar y decrece el arroz. Continúa la sandía.	Deforestación completa. nivelación y parcelización. Inician las plantaciones de arroz.
1991-1993	Continúa el cultivo de vegetales, cambia la caña de azúcar por arroz. El movimiento de tierras por nivelación continúa.	No hay mucha nivelación de tierra, disminuye el cultivo de arroz en favor de la caña porque baja la producción de arroz. Se mantiene la cría de ganado. No se reforesta.	Continúa el cultivo de arroz.

desarrollo- y, finalmente, el período que va de 1991 a 1995.

En general, en un lapso de unos 15 años, estas áreas del proyecto fueron intensamente deforestadas, sobre todo Bagatzí, donde el bosque primario fue totalmente eliminado entre 1986 y 1990. Las otras dos áreas han sufrido una deforestación gradual y los agricultores señalan que en ellas se ha pasado de un sistema de cultivos altamente diversificado (a inicios de los ochenta), a uno en el que prevalecen el arroz, el azúcar y, en menor medida, los pastizales.

Una gran parte del movimiento de tierra (nivelación) obedece al deseo de sembrar arroz. Además, observaron que, en el pasado reciente, en San Luis ha habido una tendencia a cambiar el cultivo del arroz por el de caña de azúcar, debido a los bajos rendimientos obtenidos en el primero. En Bagatzí el arroz es considerado como la mejor alternativa por la naturaleza del suelo (suelo pesado con problemas de drenaje) y por el nivel de la parcela en relación con el Océano Pacífico.

Identificación de cambios en la tenencia de la tierra en el área del proyecto (ver transecto No. 8):

El GA analizó la tenencia de la tierra en cada una de las tres áreas del proyecto durante los cuatro períodos mencionados arriba. La discusión permitió un mejor entendimiento del proceso vivido a través del tiempo. La interacción entre los miembros del grupo ayudó a reconstruir el patrón de distribución de la tierra realizada por el IDA; permitió determinar las causas que han motivado la deserción y la migración de los beneficiarios; y el proceso y los mecanismos de otorgamiento de títulos por parte del IDA (15 años para transferirle el título al beneficiario). Esta discusión permitió, también, entender e identificar los factores que han colaborado a acentuar la tendencia a que la tierra se concentre en manos de unos pocos.

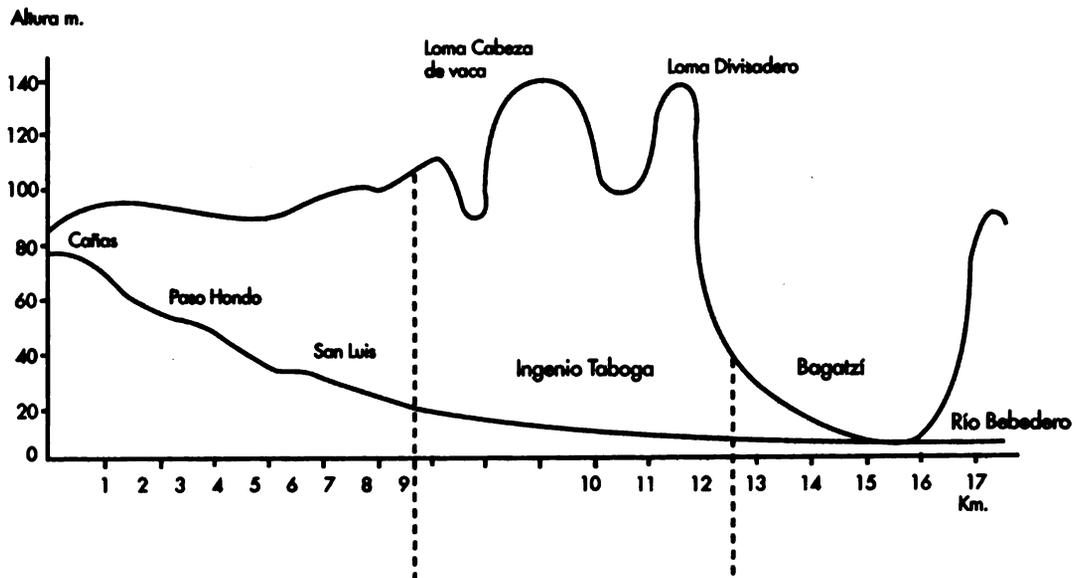
El estado de la tenencia de la tierra en Paso Hondo es dramático. Allí, los agricultores identificaron dos grupos de beneficiarios. El primero (18 beneficiarios) entró al proyecto entre 1981 y 1985. De ellos, sólo permanecen 4 (es decir, sólo un 22% tiene su parcela, el 88% emigró o abandonó la parcela). El segundo grupo, 24 beneficiarios, entró entre 1981 y 1985. Once de ellos ya emigraron, es decir, casi la mitad abandonó la agricultura de riego.

En el caso de San Luis, hace más de 30 años (en 1964) se distribuyó tierra entre 62 beneficiarios. Estos han ido desertando en forma gradual: cerca de un 11% lo hizo entre 1981 y 1985, 5% entre 1986 y 1990, y entre 1991 y 1993 casi un 30% vendió la parcela, o sea, aproximadamente la mitad de los beneficiarios. Actualmente, sólo cerca de un 50% de ellos se encuentra cultivando la tierra.

En todos estos casos, son numerosos los factores que han generado condiciones adversas a los objetivos del Proyecto. Entre ellos, además de una errónea y tardía política de otorgamiento de títulos de propiedad, figuran la gran cantidad de beneficiarios solteros, la ausencia de continuidad y estabilidad en los ingresos y la escasa adaptación de muchos de ellos (muchos provienen de una región geográfica distante al Proyecto).

Otros factores que han incidido en la deserción y en la posterior concentración de la tierra, lo constituyen el bajo nivel educacional de muchos de los beneficiarios, la escasez o ausencia de experiencia en trabajos agrícolas, y la falta de experiencia organizativa previa (esto hizo perder fuerza a las iniciativas tendientes a generar y potenciar capacidades entre los agricultores). También contribuyeron a este proceso las condiciones biofísicas de las tierras otorgadas a muchos de los agricultores: se entregaron parcelas en áreas topográficamente no aptas para los cultivos más rentables o con suelos empobrecidos. No menos importante en este proceso fueron los factores asociados a los canales de comercialización y la ausencia o

Transecto 8. Identificación de cambios en la tenencia de la Tierra en el Area Tres del Sub-Proyecto: Visión espacial y temporal



	PASO HONDO	SAN LUIS	BAGATZI
Antes de 1980	Sólo hay una finca grande con 10.050 ha	El IDA distribuye la tierra en 62 pequeñas fincas en 1964	Propiedad del Estado
1981-1985	Hay 18 beneficiarios con aproximadamente 60 ha cada uno (1080 ha), entran 24 beneficiarios nuevos	De los 62 parceleros 7 desertan	Propiedad del Estado
1986-1990	De los 18 parceleros iniciales, quedan 5	3 parceleros se van	IDA distribuye la tierra a 29 parceleros
1991-1993	Hoy solamente hay 5 de los 18 parceleros originales. De ellos 24,11 parceleros han tenido que migrar	20 parceleros han vendido la tierra. hay una tendencia a comprar parcelas adyacentes	1 ó 2 deserciones

deficiencia de infraestructura de caminos, transporte y comunicación.

En Bagatzí, entre 1986 y 1990, se distribuyó tierra entre 69 beneficiarios. Allí sólo han ocurrido dos deserciones, pero la situación en relación con la tenencia de la tierra es tan cambiante como la descrita en los ejemplos anteriores.

En cuanto al MRN, su interpretación debe darse no sólo en términos de los beneficios económicos o sociales, sino que es necesario analizar qué ocurre con los factores institucionales y físico-biológicos dentro del proyecto. Por ejemplo, el apoyo institucional es crítico en términos del diseño de los incentivos y para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de la agricultura de riego.

Los agricultores también están involucrados en el complejo MRN que se da en un proyecto de riego. Los nuevos escenarios, en esta comunidad, han venido siendo determinados en buena parte, por una modificación en las relaciones entre las instituciones y las organizaciones de estos productores. Estos cambios han sido posibles gracias a la mejor preparación y educación de estos beneficiarios, lo que ha resultado en organizaciones de mayor alcance y proyección. Estos cambios cualitativos positivos de los agricultores han facilitado la promoción de acciones, así como su adopción, orientadas a la solución de problemas de diverso origen y naturaleza. De esta manera se han promovido técnicas y metodologías para solucionar los conflictos en el uso del suelo, el establecimiento de barreras contra el viento, la incorporación de la reforestación planificada, la fumigación aérea negociada, los cultivos diversificados y así sucesivamente.

En oposición a la situación vivida en otros asentamientos, la deserción y la

migración, deben, en parte, explicarse como la respuesta natural a la ausencia institucional y técnica necesaria en un proyecto de esta naturaleza. Esta situación obliga a comprender el imperativo de levantar, a través de este apoyo institucional, las capacidades de los agricultores y de sus familias.

Identificación de cambios en las organizaciones agrícolas de los beneficiarios:

Al analizar la evolución organizativa en las tres áreas del proyecto, se llegó a la conclusión de que en general, en el proyecto no funciona ninguna organización viable (excepto en Bagatzí). Paso Hondo ha tenido pocas experiencias organizativas, y, aunque en San Luis, la Sociedad de Usuarios y la Sociedad de Servicios Cooperativos datan de 1972, ambas prácticamente desaparecieron durante el período de 1986 a 1990. En Bagatzí, en cambio, ha habido un desarrollo consistente de la capacidad de organización, el cual se manifiesta en la Sociedad de Usuarios y en la Cooperativa de Servicios. Sus miembros garantizan, de manera activa, un buen manejo del agua y la obtención de insumos para el cultivo del arroz (incluyendo maquinaria para la preparación del suelo, la siembra, la fumigación aérea y la recolección). Esta diferencia, en relación con otros asentamientos responde al hecho de que la mayoría de estos beneficiarios son originarios de la región; han tenido acceso a mejores tierras, y, en promedio, cuentan con un nivel educacional más alto.

El grado de involucramiento institucional y su contribución a los beneficiarios está expresado en el transecto dentro de un diagrama circular representado por el GPAIC (ver transecto No. 6).

VI. ESTUDIO DE CAMPO DE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los resultados del análisis estadístico de la muestra de beneficiarios se reporta en tres niveles diferentes: a) una caracterización general de los beneficiarios del proyecto (con base en los porcentajes de una muestra tomada al azar); b) relación entre la TT y el MRN (con base en la prueba Chi cuadrado aplicada a la muestra); y, c) relación entre las FOS y el MRN (con base en la prueba Chi cuadrado aplicada a 81 casos). Sin embargo, una discusión conjunta de los resultados del análisis se consideró más dinámica para interpretar las variables sociales, TT y FOS, en términos de MRN a nivel de finca.

Los cuadros 6, 7 y 8 ofrecen un resumen de la prueba de significancia Chi cuadrado aplicada a algunos aspectos de MRN previamente seleccionados, y el grado de relación entre la TT y las FOS en el PRAT. (Conviene recordar que en la sección anterior se analizó una matriz de 2x2 sobre TT y FOS en relación con algunas variables de MRN previamente seleccionadas). Los resultados son los siguientes:

6.1. Caracterización general de los beneficiarios del proyecto

a. Lugar de residencia

Casi un 45% de los beneficiarios vive fuera de sus fincas; el 30% vive en ellas; el 18% en el área de asentamiento creada para ellos (esta queda relativamente cerca de las fincas, por lo que generalmente

caminan o se transportan en bicicleta); y el otro 7% está allí temporalmente o vive en un lugar indeterminado.

Nivel educativo

El 31% de los beneficiarios no completó la educación primaria; 24% la completó; 22% tiene nivel secundario; y 17% tiene educación técnica-profesional. Sólo un 6% de los beneficiarios son analfabetos.

Un 46 % de los beneficiarios ha terminado por lo menos la educación primaria (o incluso más), y 17% tienen escolaridad técnica formal en agricultura (en su II fase, el proyecto fue programado para que un 16% de los beneficiarios fueran personas con un nivel educacional medio (técnicos) o universitarios graduados en ciencias agrícolas).

b. Tenencia de la Tierra

El 63% de los beneficiarios reportó que tenían el título de su propiedad, 31% no lo tenían y 7% alquilaban las parcelas. El IDA, organización descrita previamente, les otorga a los beneficiarios el título de propiedad de la tierra después de un período de 15 años, al cabo de los cuales el agricultor habrá cancelado el precio nominal por la tierra que ha estado cultivando durante todo ese tiempo.

En cuanto al tamaño de las parcelas, casi el 60 % de ellas tiene un área entre 10 y 15 ha, 18% tiene menos de 10 ha y únicamente un 7% tiene entre 15 y 25 ha. No obstante, si el análisis se basa en la porción de tierra que recibe riego, vemos

que: 27% tiene menos de 8 ha, 40% tiene de 8 a 10 ha y 27% más de 10 ha. En otras palabras, 67% de los beneficiarios tienen menos de 10 ha cubiertas por el sistema de riego.

c. Participación organizada

Actualmente existen dos tipos de organización directamente relacionadas con el funcionamiento del proyecto. La primera, la "Sociedad de Usuarios", es un requerimiento formal para tener acceso al riego; la segunda, la "Sociedad Cooperativa", está destinada, sobre todo, a la consecución de insumos para las parcelas. En el área del proyecto, 37% de los beneficiarios no pertenecen a ninguna forma de organización social, 40% son miembros de ambas, 17% pertenecen sólo a la Cooperativa, y 6% sólo a la Sociedad de Usuarios.

De los beneficiarios que pertenecen a alguna forma de organización social, 21% están inscritos pero sólo acuden ocasionalmente a las reuniones, 37% acuden siempre y algunos de ellos ocupan algún cargo en la organización. Se puede decir, por lo tanto, que más de la mitad de los beneficiarios sólo tienen un interés marginal en las organizaciones sociales, y que aquellos que pertenecen a alguna forma de organización social, acuden regularmente y tienen alguna posición formal, lo cual refleja su alto grado de involucramiento y participación.

Cuando se les preguntó acerca de su disposición para organizarse con fines productivos, 74% se manifestó en contra. Sin embargo, en cuanto a organizarse para actividades específicas la respuesta fue la siguiente: 57% lo haría para operar el riego, 62% para comercializar los productos después de la cosecha, 65% para obtener asistencia técnica (transferencia de tecnología) y 62% para tener alguien que los represente.

d. Aspectos de manejo de suelos

La nivelación es un factor necesario para permitir que un terreno tenga la capacidad de aceptar el riego eficientemente. En el caso del proyecto, el 50% informó que sus terrenos están nivelados, 32% ha nivelado más de 9 ha, 5% de 6 a 9 ha, y 12% menos de 6 ha. Se les preguntó acerca de su percepción de los cambios observados en el suelo luego de iniciada la irrigación, a lo cual, 63% respondió que no había observado ningún cambio, 25% observó deterioro y, únicamente 12% observó alguna mejoría.

Otra pregunta importante se refería a la cantidad de tiempo que la tierra permanecía seca (período de descanso antes de sembrar una nueva cosecha). Un 64% manifestó que menos de 3 meses, 21% afirmó que entre 3 y 5 meses, y sólo 5% dijo que sobrepasaba los 5 meses.

La intensidad en el uso de la tierra también puede medirse en términos del número de cosechas recogidas al año. Al respecto, 41% reportó que sembraban dos cosechas de arroz al año, 32% que, además de las dos cosechas de arroz, sembraban una tercera cosecha (de corta duración), 27% dijo tener otros cultivos, como caña de azúcar, y unos cuantos manifestaron que sembraban una sola cosecha de arroz al año.

e. Rompevientos a nivel de parcela

La mayoría de los beneficiarios (69%) reportó que no tenía ningún tipo de protección contra el viento, 24% no estaban interesados, 22% adujo desconocer las razones técnicas que justificaban el establecimiento de este tipo de barreras, y que no contaban con la asistencia necesaria para ello, y, 12% manifestó que no eran necesarios. Por otra parte, 31% de los beneficiarios dijeron tener en sus parcelas algún tipo de barreras de protección contra el viento.

En cuanto a la presencia de árboles, 41% reportó que en su parcela no había ninguno, 37% tiene cercas vivas, y, 22% tiene reservas o mantiene algunos árboles aislados.

La presencia de rompevientos se relaciona con el nivel de organización de los productores: es evidente que existe mayor predisposición de los beneficiarios a establecer barreras y en general a adoptar recomendaciones técnicas, en tanto mayores sean su grado de organización y su nivel educativo.

6.2. Relación entre TT, FOS, y MRN en la parcela (con base en la prueba Chi cuadrado)

El estado de la TT (con título o sin él), y el de las FOS (pertenecer o no a una organización) fueron analizados en variables seleccionadas de MRN. Los resultados de la prueba se presentan, de manera resumida, en los Cuadros 6, 7 y 8, y se discuten a continuación.

Residencia de los beneficiarios: El lugar de residencia de los beneficiarios no está relacionado con el estado de la TT, pero sí (significativamente) con su pertenencia a alguna organización. En otras palabras, si el beneficiario es miembro de alguna organización es muy probable que viva en uno de los pueblos cercanos, Cañas o Bagaces.

Nivel educativo: Tanto la tenencia de la tierra como la pertenencia a alguna organización están significativamente relacionadas con el nivel educativo. Un análisis de la tendencia de los datos revela que los beneficiarios sin título tienden a tener más educación, y, que cuando se pertenece a alguna organización social, hay más probabilidades de que se tenga un mayor nivel educativo.

Disposición a integrar una organización de agricultores: Los

beneficiarios no tienen interés en organizarse para realizar actividades como cultivar, operar sistemas de irrigación, obtener crédito o comercializar sus productos. Pero, la TT está altamente relacionada con la disposición a organizarse para darle mantenimiento al sistema de irrigación. Los beneficiarios que no pertenecen a ninguna organización ven, sin embargo, la necesidad de pertenecer a una organización que garantice el mantenimiento del sistema de riego.

Número de horas trabajadas diariamente en la parcela: La TT no está relacionada con las horas de trabajo que se invierten en la parcela, pero las horas de trabajo sí están muy relacionadas con la pertenencia a alguna organización: si un beneficiario pertenece a una organización, tiende a permanecer menos tiempo (menos horas diarias) en la parcela. La organización le proporciona ciertas facilidades como contratación de maquinaria, búsqueda de mano de obra externa para las labores de cultivo y, sobre todo, fumigación aérea para proteger las plantas. Esto les permite a los beneficiarios vivir lejos de la parcela. La mayoría de las actividades llevadas a cabo en forma conjunta son prácticas agrícolas de alto impacto que no necesariamente favorecen un buen manejo del agua y del suelo.

Aspectos financieros : El monto de las deudas en fondos fiduciarios del PRAT, el ingreso anual total, el total de utilidades por año, y el monto de dinero invertido en mejorar el terreno no se correlacionan con el estado de la TT. Pero, exceptuando las deudas en los fondos fiduciarios, los aspectos mencionados sí se relacionan con la pertenencia a una FOS. Es decir, el ingreso anual total, el total de utilidades por año y el monto invertido en mejorar el terreno son significativamente más altos cuando el beneficiario pertenece a una organización social del proyecto.

La capacidad de invertir dinero en la parcela y de obtener mayores utilidades

Cuadro 6. Relación entre Tenencia de la Tierra, Organizaciones Sociales y MRN (con base en la prueba Chi cuadrado).

Características de los Pequeños Agricultores	Tenencia	Organización de Agricultores
Generales		
1. Lugar de Residencia		**
2. Nivel Educativo	*	*
3. Disposición		
. para unirse a una organización		
. para mantener el sistema de irrigación	***	*
. para obtener asistencia técnica		
4. Número de horas trabajadas diariamente		***
Aspectos Financieros		
5. Ingreso total anual		**
6. Total de utilidades por año		***
7. Monto invertido en mejorar el terreno		**
* = Significante al 20%		
** = Significante al 10%		
*** = Significante al 5%		

Cuadro 7. Relación entre Tenencia de la Tierra, Organizaciones Sociales y MRN (con base en la prueba Chi cuadrado).

Características de los Pequeños Agricultores	Tenencia	Organización de Agricultores
Manejo de Agua		
Opinión acerca de la cantidad de agua utilizada para irrigación	*	
Experiencia previa en irrigación	*	
Observan que el suelo de la parcela se está "lavando"?		**
Manejo de Suelo		
Area de la parcela que se ha nivelado		*
Período de tiempo que se mantiene seco (período de descanso)		**
Manejo de la Cosecha		
Area dedicada al arroz durante el segundo ciclo (época seca)		***
Rendimiento del arroz en el segundo ciclo		*
Area total dedicada al arroz al año		***
* = Significante al 20%		
** = Significante al 10%		
*** = Significante al 5%		

Cuadro 8. Relación entre Tenencia de la Tierra, Organizaciones Sociales y MRN
(con base en prueba Chi cuadrado)

Características de los Pequeños Agricultores	Tenencia	Organización de Agricultores
--	----------	------------------------------

CORTAVIENTOS:

¿Hay cortavientos en la parcela?

- * = Significante al 20%
- ** = Significante al 10%
- *** = Significante al 5%

está asociada con la eficiencia para obtener más ayuda financiera. Esta condición es especialmente evidente cuando se pertenece a una organización: el agricultor tiene más seguridad de obtener los insumos a tiempo cuando pertenece a un sistema organizado que cuando se encuentra solo.

Los beneficiarios con terrenos titulares no manejan su parcela significativamente diferente de aquellos que no poseen título de propiedad. Sin embargo, los que tienen título tienden a organizarse para conservar el sistema de riego.

Finalmente, si el beneficiario pertenece a alguna organización social, tenderá a explotar los RN de su parcela en forma intensiva, utilizando tecnología de alto impacto, es decir, sembrando dos o más cosechas al año en el mismo terreno, cultivando un mayor número de hectáreas de arroz sin ninguna rotación, permitiendo menos descanso al suelo, empleando maquinaria pesada para preparar la tierra, y utilizando insumos químicos y fumigación aérea. Además, se observará una significativa erosión del suelo causada por el agua para riego.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de manejo de recursos renovables realizado en el PRAT, tuvo como principal interés determinar si la Tenencia de la Tierra y las Organizaciones Sociales de Agricultores condicionaban el MRN. Para ello, se consideró imprescindible, definir la naturaleza de los factores que influían en el MRN en el área del proyecto y luego examinar su relación con las dos variables mencionadas.

La investigación dirigió su análisis preliminar hacia los estudios de MRN existentes y sus metodologías. La revisión de literatura sirvió de referencia y de base para diseñar una metodología que se adaptara a los requerimientos y necesidades específicas de este estudio. Adicionalmente, para poder realizar un análisis integral, se buscaron fuentes de información provenientes de percepciones complementarias sobre el MRN.

Se identificaron cuatro niveles de percepción: el primero dado por la revisión de literatura, los otros por los actores más relacionados con el proyecto: las autoridades institucionales, el equipo técnico multidisciplinario y los propios beneficiarios. Los resultados obtenidos se dividieron en dos grandes áreas: a) el conocimiento metodológico adquirido y b) la relación existente entre la Tenencia de la Tierra (TT), las Formas de Organización Social (FOS) y el Manejo de Recursos Naturales (MRN).

Conocimiento metodológico adquirido:

- a. Los componentes de MRN se derivan del marco conceptual de desarrollo

sostenible espacial y necesitan ser examinados a la luz de Indicadores de Manejo de Recursos Naturales (IMRN) específicos del proyecto.

- b. Para realizar un estudio de MRN en un PD se deben establecer tres dimensiones: la institucional, la biofísica y la socioeconómica. En cada una de estas se identificó un grupo de aspectos de MRN más amplios, de manera que ellos permitieran delimitar el enfoque y la profundidad del estudio, con base en los objetivos e hipótesis originales.
- c. Es recomendable obtener los datos de diversas fuentes de información de bajo costo que puedan complementar y comprobar importantes elementos de MRN en el área de un proyecto.
- d. Es preciso definir un conjunto de indicadores de MRN (bajo criterios de consenso) en el marco de un PD. El PD debe sentar lineamientos para un futuro monitoreo de estos indicadores por parte de la población local: personajes clave, beneficiarios y el equipo técnico multidisciplinario local.
- e. Es necesario evaluar, a nivel de parcela, el desempeño institucional en el cumplimiento de los objetivos de MRN y de los compromisos relacionados con el PD.
- f. Diseñar metodologías cuyos instrumentos permitan identificar indicadores que se ajusten a los propósitos del proyecto y al cumplimiento de los objetivos del MRN, en términos de las

dimensiones de trabajo: biofísica, institucional y socioeconómica.

- g. El Método de Evaluación Participativa realizado con los agricultores del proyecto constituye la fuente de información más importante para identificar y calcular los aspectos de MRN en un PD (Las explicaciones brindadas por ellos, en cuanto a tiempo y espacio, son muy certeras al definir la evolución del MRN, y ayudan a definir el estado del MRN en cada finca).
- h. El levantamiento de información estadística de campo se limita, por lo general, a explicar el estado actual del MRN, y carece de las dimensiones de tiempo y espacio. La mayor parte de la información se refiere a un agricultor, raramente obtiene información interactiva y confiable, sobre el PD. Su ventaja reside, probablemente, en que se facilita el análisis cuantitativo de algunos datos, y las explicaciones derivadas de ellos permiten hacer generalizaciones a nivel de proyecto.
- i. El diseño de instrumentos de levantamiento de información, se limita a lo que el investigador perciba del MRN y de otros aspectos al momento de realizar el estudio. Por lo general, no se cuenta con un equipo multidisciplinario, de ahí que los resultados sólo pueden explicar parcialmente el MRN en un momento dado.
- j. En general, la evaluación participativa de los agricultores locales clave y del equipo multidisciplinario obtuvo "alto" en la mayoría de los rasgos metodológicos.
- k. La fortaleza de la metodología empleada en este estudio de MRN reside no sólo en las ventajas derivadas de las múltiples fuentes utilizadas para obtener diferentes percepciones, sino también en el hecho de que se complementa -y se comprueba- con los conceptos

expresados por los informantes. Esto brinda la posibilidad de integrar opiniones y conceptos, en un contexto de "respeto y credibilidad" hacia las fuentes de información.

Relación entre el MRN y las variables TT y FOS

- a. La TT y varias de las prácticas que se realizan en la parcela, tienen relación con variables como: un mayor esfuerzo por diversificar los cultivos, una menor intensidad en cultivar el mismo terreno, un mayor descanso de la tierra entre cosechas.
- b. Los beneficiarios que tienen título de propiedad de la tierra tienden a vivir en la finca o, por lo menos, cerca de ella, y dedican más horas a trabajar en la finca con una clara inclinación hacia la agricultura de bajo impacto ambiental.
- c. Las organizaciones sociales en el área del proyecto les brindan importantes oportunidades a casi el 60% de los beneficiarios. Los asociados tienen acceso a prácticas agrícolas de alto impacto, como maquinaria pesada para preparar la tierra, sembrarla (hasta tres veces al año en el caso del arroz), fumigarla (fumigación aérea) y cosecharla. Generalmente viven lejos de sus fincas, en algún pueblo cercano. Pasan menos horas en la finca y tienden al monocultivo (arroz).
- d. Los cultivos no pueden diversificarse en las formas en que teóricamente lo concibe el Proyecto, por cuanto existe una ausencia de nexos entre las etapas de la cadena que vincula la producción con el almacenamiento, el transporte y la comercialización. Faltan relacionamientos con nichos de mercados dinámicos. En términos prácticos, en las áreas de cultivo, la fumigación aérea con hierbicidas selectivos, tiene lugar casi todo el año, y afecta el establecimiento de especies de dicotiledóneas.

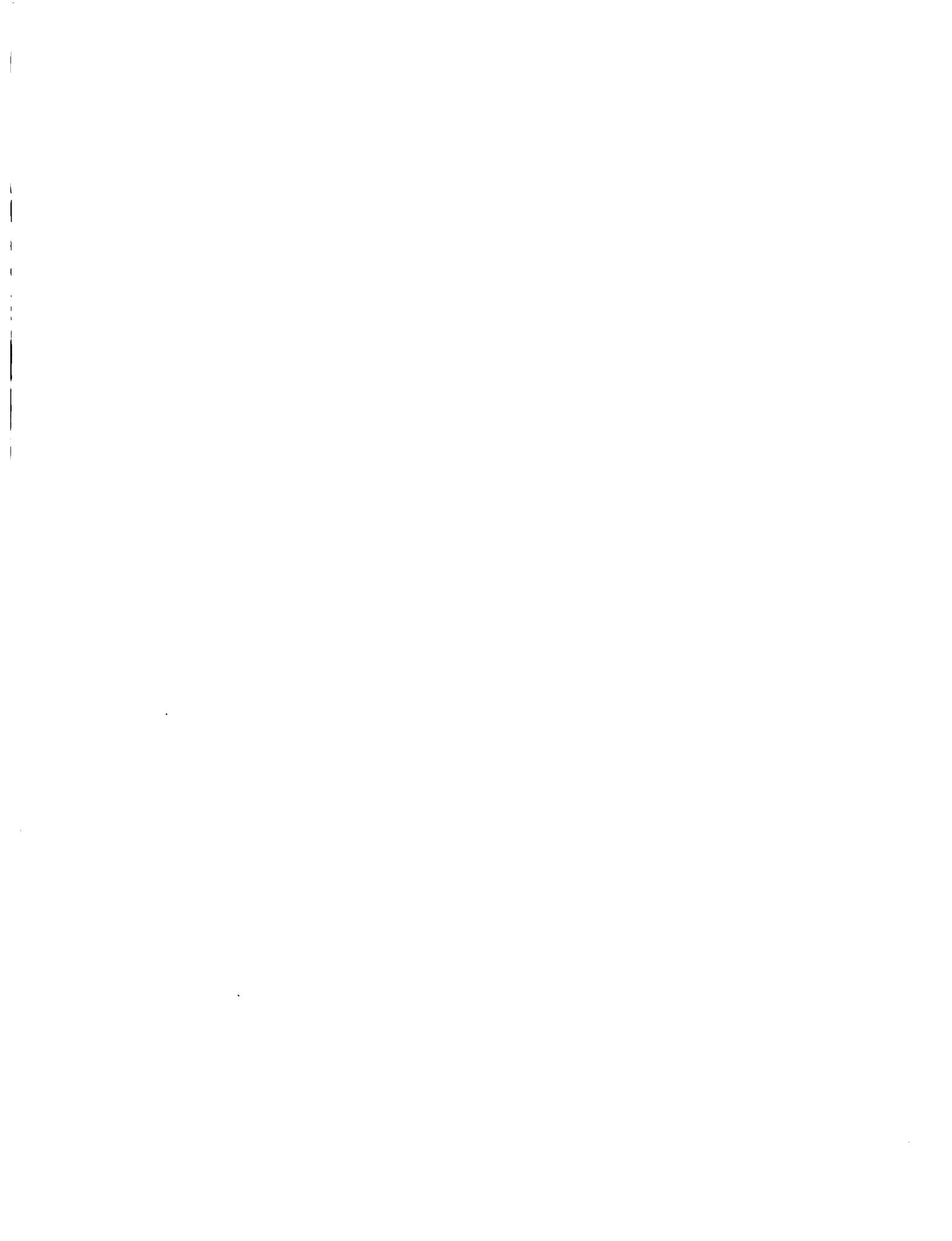
RECOMENDACIONES:

- a. Las metodologías de MRN deben realizar análisis -y tomar medidas- a nivel regional, en relación con los principales aspectos de MRN. Además, deben buscar ejemplos de indicadores de MRN locales que sean relevantes para el PD y para los beneficiarios.
 - b. Estos indicadores de MRN deben ser producto del consenso de todos los actores, y deben brindar la base de los lineamientos para monitorear el proyecto durante largos períodos de tiempo. Asimismo, deben ser lo suficientemente flexibles como para poder incorporar nuevos indicadores o, si es del caso, discontinuar aquellos que hayan dejado de ser relevantes a nivel local.
 - c. Idealmente, la metodología de MRN debería cumplir varios propósitos, como: formular proyectos de desarrollo rural, reorientar proyectos, para evaluación y monitoreo, brindar lineamientos para nuevas fases del proyecto.
 - d. La metodología también debería generar condiciones y consenso para que los beneficiarios y la población afectada por el PD lleve a cabo actividades de monitoreo y planificación de largo plazo. En este contexto, en un PD, es esencial capacitar tanto a la población local como a los técnicos en metodología y monitoreo de MRN.
 - e. El título de propiedad debe garantizarse al agricultor. De este modo, se estimularán prácticas agrícolas de bajo impacto, diversificación de productos, recuperación de la tierra, descanso al suelo y prácticas agroforestales como siembra de barreras protectoras contra el viento, a nivel de parcela y de proyecto.
 - f. Las organizaciones sociales de agricultores no deberían estimular prácticas agrícolas de alto impacto, más bien deberían alentar, entre los pequeños agricultores, la práctica de una agricultura sostenible de bajo impacto.
 - g. Debe ampliarse el concepto de RN y de MRN de acuerdo con los nuevos estándares nacionales e internacionales, de manera que se incluyan aquellos componentes que por lo general quedan fuera de la consideración de los proyectos. Esto significa una ampliación de los indicadores sociales, económicos y productivos, y a la vez, la incorporación de elementos ecológicos que sustenten y expliquen las relaciones al interior de los ecosistemas y entre ellos.
 - h. A partir de experiencias como las referida en este estudio, deben establecerse las bases y los mecanismos que permitan impulsar y actualizar la legislación que toca el tema de RN y medio ambiente. De esta manera, se lograría incorporar evaluaciones ex-ante y ex-post, en términos de MRN e impacto ambiental.
 - i. La metodología deja al descubierto los desfases y la ausencia total de coherencia existentes entre los tiempos de análisis, de acuerdo a la escala que impone el criterio comercial, la escala de vida humana y la escala de tiempo ecológica. En este sentido, se hace necesario desarrollar indicadores de MRN que permitan tener una perspectiva de corto, mediano y largo plazo en relación a la evolución de los RN y el medio ambiente en una región determinada.
-

- j. Se hace necesario, como parte de la urgencia que demanda la situación de crisis ambiental general y particular, establecer metodologías y mecanismos de acción que vinculen iniciativas relacionadas a los RN entre microrregiones, considerando todos los niveles de análisis incorporados en este estudio, al menos como punto de partida.
- k. Se debe intensificar la participación de los actores involucrados en el PRAT, de tal manera que se puedan fortalecer las acciones de las partes de acuerdo a su potencial. Esto significa, incorporar el concepto de medio ambiente y RN en el sistema educacional, en los programas de capacitación, en la orientación de las FOS y en la agenda institucional.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALTIERE, M.A., 1987. Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Vestview Press, Boulder, Colorado.**
- HART, R.D. 1985. The role of models in agricultural research and development. Ruiz, M.E. (comp.). IDRC, Ottawa (Canadá); IICA, San José (Costa Rica). Latin American Research Network for Animal Production Systems. Documents.**
- HAGNAUER, W. 1993. El Sistema Agroecológico de Guanacaste: Oportunidades y Desafíos para la Agricultura y el Turismo. FUNDESCA.**
- IICA. 1991. Toward a working agenda for sustainable agricultural development. San José. Costa Rica. Program Paper Series # 25.**
- PLAZA, O.; SEPULVEDA, S. 1996. Desarrollo Sostenible. Metodología para el Diagnóstico Microrregional. Tomo 3. IICA.**
- SENARA-CATIE. 1989. Plan de Uso de la Tierra I Etapa Distrito Arenal Subdistrito Cañas.**
- ZANDSTRA; H.G.; PRICE, E.C.; LITSINGER, J.A.; MORRIS, R.A. 1986. Metodología de Investigación en Sistemas de Cultivo en Finca. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Bogotá, Colombia.**
-





Esta publicación hace parte de la contribución del IICA, con instrumentos de trabajo, a la implementación de los lineamientos de la Agenda 21 sobre agricultura y desarrollo rural, y de las iniciativas 7 a 16 del Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible de las Américas, aprobado en la Cumbre de Santa Cruz de la Sierra en 1996.

Se concibe el desarrollo sostenible de un país, y por ende, de la agricultura y su hábitat rural, como el resultado de un proceso multidimensional e intertemporal en el cual la competitividad, la equidad, la sustentabilidad y la gobernalidad son referentes de un mismo proceso, que se condicionan mutuamente.

“Manejo Eficiente de los Recursos Naturales Renovables”, ofrece al lector una introducción al marco conceptual sobre desarrollo sostenible de espacios rurales y tres instrumentos de trabajo simples que permiten, de manera complementaria, apoyar el proceso de gestión de los recursos naturales renovables, con énfasis especial en el agua. La importancia que se le atribuye al manejo del agua parte del reconocimiento que éste es uno de los mayores desafíos que nuestros países deben enfrentar en el próximo milenio. El agua como factor crítico limitante del proceso de desarrollo, sea que esté referido a la producción o a la vida misma tanto para el sector urbano como el rural. El tratamiento del tema es complejo ya que no sólo involucra una maraña de instituciones, normas legales, actores, mecanismos de control, sino que también abarca una gama de demandas alternas de uso.



La mayoría de los países han adoptado políticas y un sistema de normas que regulan el manejo de recursos naturales y específicamente el agua; no obstante es necesario diseñar normas y aplicar instrumentos de manejo al nivel meso y micro que sean fáciles de entender y simples de emplear. Este es el objetivo del material que el Instituto comparte con los lectores de este documento.

El Comité de Desarrollo Sostenible -CODES- es el mecanismo operativo del IICA cuya función es articular y orientar actividades de diversas instancias especializadas del IICA y facilitar la operación de alianzas con otras instituciones especializadas. Su cometido es apoyar a los países a fortalecer sus sistemas institucionales para garantizar el anclaje del enfoque de desarrollo sostenible de la agricultura y su medio rural. A la vez que prepara el personal profesional para tal cometido. En ese sentido el CODES, como mecanismo de articulación conceptual y metodológico potencia las capacidades del Instituto y sus aliados en los países de la región, a través de una entrega eficaz de cooperación.

Acceso a los documentos técnicos del IICA sobre el tema de desarrollo sostenible de la Agricultura en nuestra dirección de Internet: http://www.ac.cr/codes/pagina_principal.htm