

F1

HSP

# ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUA EN LOS ANDES ECUATORIANOS Estructuras, balances, reglas y modelos

Thierry Ruf\*  
Patrick Le Goulven\*

## PALABRAS CLAVES

Irrigación tradicional, Andes ecuatorianos, política, apoyo técnico, redes, niveles de organización, repartición de agua.

## RESUMEN

*El estudio del funcionamiento de la irrigación tradicional de los Andes ecuatorianos (1987 -1994) tiene como objetivo ayudar al Estado ecuatoriano a definir una política de apoyo técnico y financiero, para los gestionarios de las redes antiguas más importantes en el país en relación a las redes públicas modernas.*

*La definición de los diferentes niveles de organización y el inventario de las redes, conduce al establecimiento de balances hídricos y económicos regionales y a la clasificación de pequeñas regiones que aprovechan canales y perímetros. El estudio de las reglas de gestión del agua fijadas por los usuarios y sus organizaciones aporta una visión dinámica de los diferentes sistemas. La elaboración de un modelo de administración de los recursos permite simular los efectos económicos en diferentes escenarios de evolución de los sistemas irrigados: disminución de las dotaciones, acondicionamiento nuevo y costoso y cambio de reglas de repartición del agua.*

## INTRODUCCIÓN

El estudio del funcionamiento de la irrigación tradicional de los Andes ecuatorianos, es un proyecto de investigación dirigido por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI) y por el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), desde 1987 hasta 1994. El objetivo del proyecto reside en la adquisición de conocimientos y su interpretación dirigidos a formular planes nacionales, cuya administración dependa directamente de los usuarios o de asociaciones sindicales.

Entre 1950 y 1990, el Estado ecuatoriano ha privilegiado la creación de nuevas infraestructuras hidráulicas para la agricultura. La recesión económica, las dificultades en la terminación de los proyectos de irrigación y el endeudamiento -la inversión pública en obras hidráulicas agrícolas representa el 11.6% de la deuda pública para lograr solamente 88.000 ha acondicionadas- justifican las nuevas prioridades (Whitaker y Alzamora, 1990). Desde la nacionalización del agua en 1973 y la instalación de un sistema de concesión pública, el INERHI asegura las

\* ORSTOM. 213 rue La Fayette, 75480 París Cedex 10, Francia.

18 OCT. 1995

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 42749 ex 1

Cote : B

ORSTOM Documentation



010000226

tarefas administrativas de los registros de derecho del agua sin una visión de conjunto, en el plano nacional, regional ni local.

La irrigación tradicional, que corresponde a aprovechamientos del agua anteriores a la intervención pública, afecta una superficie considerable de los Andes ecuatorianos. En 1986, el INERHI la estimaba en 325.000 ha (Jiménez, 1986).

### CONSIDERACIÓN DE LA IRRIGACIÓN TRADICIONAL

En los documentos sobre la factibilidad de los proyectos de acondicionamientos hidráulicos del INERHI, los estudios de la infraestructura se apoyan en una hipótesis implícita: los antiguos canales, poco eficaces y mal administrados, serán abandonados después de la instalación del proyecto. En consecuencia, su descripción detallada parece inútil. Las tomas de redes antiguas de los torrentes y ríos, río arriba del proyecto, están descuidadas. En cambio, la irrigación tradicional es señalada en los estudios agroeconómicos para subrayar que los futuros beneficiarios de la red pública planeada han adquirido una experiencia en materia de riego y de prácticas de cultivo intensivas, lo que constituiría una garantía de éxito económico del proyecto (Piedra, INERHI, com.pers., 1990).

Ahora bien, a fines de los años 80 varias constataciones se realizan en el INERHI. En las zonas comunicadas por un canal público moderno, las redes antiguas aún funcionan, generalmente, con costos menores que la nueva red. En ciertos casos, durante una disminución severa del caudal, las tomas tradicionales río arriba influyen mucho sobre la disponibilidad real de agua de aprovechamiento público. En fin, los efectos esperados en materia de intensificación de la agricultura parecen insuficientes en relación a los objetivos fijados. En Ecuador como en otros países, los proveedores de fondos proponen una moratoria sobre los proyectos nuevos y tienen un interés cada vez más marcado por la irrigación tradicional que parece obtener mejores desempeños económicos (USAID, 1983; Whitaker y Alzamora, 1990).

Para comprender la administración del agua en las redes tradicionales del país, en el contexto de la crisis de los modelos de intervención hidráulica pública, el equipo franco-ecuatoriano se apoyó en un enfoque sistémico, fundado en cuatro etapas de generación de conocimientos: la definición de las estructuras de la irrigación, el establecimiento de balances que permiten un juicio sobre el funcionamiento actual de los sistemas de irrigación, la investigación sobre el pasado antiguo y reciente para precisar las reglas de gestión y la modelización para simular escenarios de evolución (Le Goulven et al., 1989; Le Goulven y Ruf, 1992).

### LAS ESTRUCTURAS TRADICIONALES DE LA IRRIGACIÓN

El sistema de irrigación elemental está constituido por una estructura hidráulica ramificada que lleva el agua a un conjunto definido de usuarios, titulares de derechos de agua, que administran directamente o que delegan la gestión a sus representantes.

Comprende una o varias tomas que contribuyen a la dotación del sistema, segmentos de canales de transferencia, nudos de unión o de división entre los segmentos y perímetros que utilizan el sistema (Figura N° 1).

En la zona de montaña, la gran cuenca hidrográfica regional de varios millares de kilómetros cuadrados constituye la unidad regional de inventario de los sistemas de irrigación. Corresponde, generalmente, a una identidad cultural y a un espacio económico particular, distinto de las otras grandes cuencas hidrográficas. Desde el punto de vista del hidrólogo, la gran cuenca se compone de múltiples cuencas unitarias, que ofrecen cada una un caudal de escurrimiento superficial disponible, calculado en un paso de tiempo anual o mensual.

### El espacio analizado bajo el ángulo de la oferta en agua

La cuenca unitaria podría llegar a ser la unidad espacial intermedia entre la gran cuenca regional y el sistema de irrigación local: unidad del inventario, del balance hidrológico, del análisis histórico y de la modernización. Sin embargo, está claro que el agrónomo define el dominio de validez de las investigaciones en los sistemas de cultivos a partir de otras consideraciones distintas a las del hidrólogo: en este caso, se apoya en unidades agroecológicas definidas por el clima, el suelo y las aptitudes de las plantas cultivadas. El economista podría emplear la cuenca en su diagnóstico, a condición que se interese en la economía del agua propiamente dicha, por ejemplo, en su costo de extracción. En cambio, si trabaja en la economía de uso del agua, es probable que se fundamente en las unidades de producción agrícola para generalizar estos resultados. ¿Qué relaciones establecer entre unidades hidroclimáticas, agroecológicas y socioeconómicas en un espacio transformado por la hidráulica?.

En el caso de los Andes ecuatorianos, una gran cuenca hidrográfica como la del Mira, resulta de la tectónica asociada a un volcanismo de dos cadenas paralelas, con los sedimentos antiguos cubiertos por espesas capas de cenizas. Entre las dos cadenas, está activa una depresión a escala geológica y ramificada por los escurrimientos superficiales, los temblores de tierra y los desmoronamientos

FIGURA N° 1. Descripción de un sistema de irrigación.

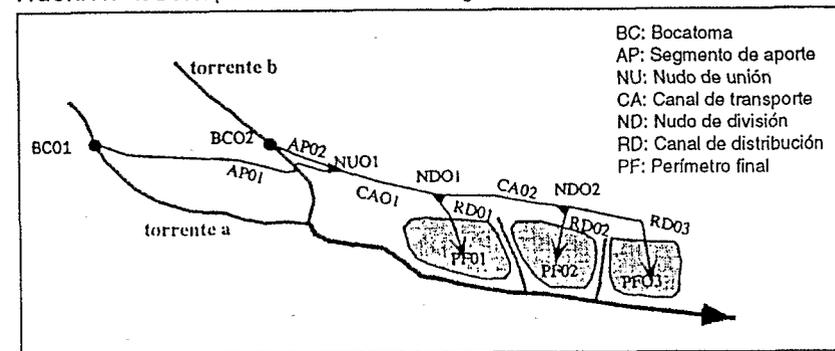
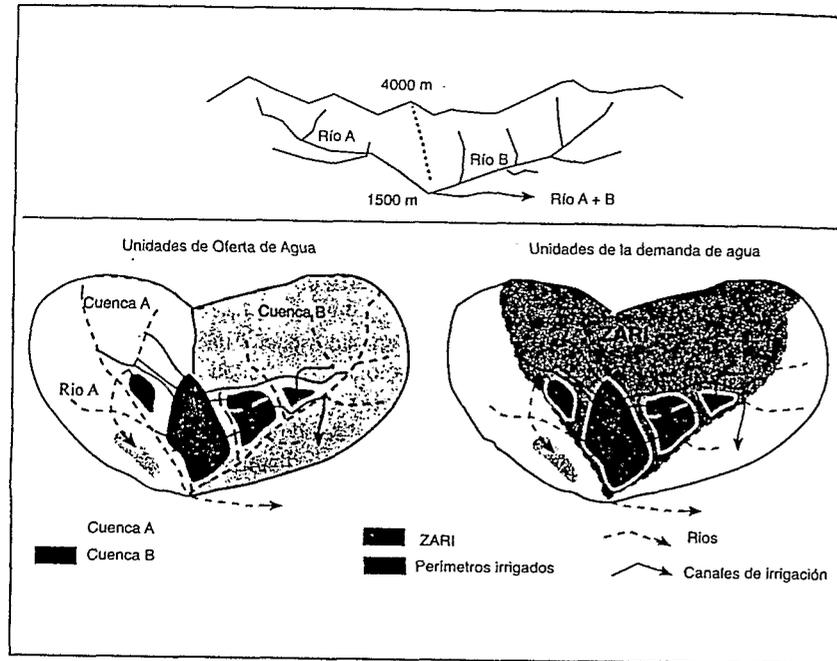


FIGURA N° 2. Esquema de cuencas vertientes unitarias y de interflujos (Zari: Zona de análisis y de recomendaciones para la irrigación).



(Marocco, 1993, com.pers.). Las precipitaciones anuales son abundantes sobre las cimas (1.000 mm a 4.000 msnm de altura) y escasas en el centro de la depresión (400 mm a 1.500 msnm de altura). De manera esquemática, la cuenca hidrográfica se caracteriza por grandes mesetas con fallas, inclinadas hacia el centro de la depresión, conos erosivos y cañones cada vez más profundos hasta la desembocadura del río principal fuera del corredor interandino.

En un contexto geomorfológico como ese, la densidad y la imbricación de las redes tradicionales muestran que el agua extraída de una cuenca unitaria puede ser transferida a otra cuenca (Figura N° 2). No se ve claramente cómo estudiar la administración del agua de un canal que irriga tierras en dos cuencas limítrofes, excluyendo las situadas fuera de los límites del estudio. De la misma manera, parece difícil hacer abstracción de un aporte externo de agua en un perímetro provisionado por varios recursos hídricos alejados.

#### El espacio analizado bajo el ángulo de la demanda de agua

Los interríos principales de la red hidrográfica torrencial constituyen las unidades que utilizan el agua derivada de los torrentes limítrofes. Como las transferencias de agua están a veces organizadas en la escala de tres o cuatro cuencas contiguas, la

denominación de la unidad de uso del agua se convirtió en Zona de Análisis y de Recomendación para la Irrigación (ZARI). La definición de la ZARI<sup>1</sup> permite fijar un marco de intervención razonado por el INERHI, las otras instituciones de desarrollo y los administradores de los diferentes sistemas de irrigación.

En este enfoque, se considera un canal de irrigación como parte de un sistema más complejo, compuesto de múltiples canales de irrigación más o menos dependientes. Por lo tanto, el espacio tradicional (la ZARI) toma dimensiones significativas en el plano de los recursos captados, generalmente varios metros cúbicos por segundo, y en el plano económico, millares de hectáreas involucradas, lo que no refleja los términos usuales de pequeña irrigación, o de irrigación marginal, asociados generalmente al término tradicional o antiguo. Así, la Cuenca del Mira, en el Norte del Ecuador, comprende 16 ZARI, 50.000 ha aprovechadas e irrigadas por 280 sistemas de irrigación, 1.100 km de canales principales y cerca de 25 m<sup>3</sup>/seg. captados. Urcuqui, una de las ZARI, tiene 5.100 ha irrigables por 20 sistemas de irrigación, 192 km de canales que captan cerca de 4,5 m<sup>3</sup>/seg.

#### La diversidad de la demanda de agua en la ZARI

La complejidad de la gestión del agua en la ZARI está, en un primer análisis, ligada a las estructuras hidráulicas. Durante el período de disminución del caudal, las tomas río abajo corren el riesgo de no tener agua. En la red, la repartición de la fuente entre los dos grupos de usuarios puede ser continua o secuencial. Estos aspectos existen en toda la red ramificada, incluso en las infraestructuras modernas con su jerarquía de canales principales, secundarios y terciarios. En cambio, la multiplicidad de los aprovisionamientos parece específica de la irrigación tradicional: un perímetro beneficiario de un sistema de irrigación, puede beneficiarse con una dotación suplementaria de uno o de varios de los otros sistemas. El corolario de esta construcción de sistemas diferentes y dependientes es la multiplicidad de los actores de la gestión de agua. El Estado, si bien se considera único otorgador de concesiones de las tomas de agua, no es gestor del complejo hidráulico tradicional, aunque la ley de nacionalización del agua lo prevea. Los campesinos, los propietarios de tierras y las asociaciones de usuarios, aseguran el funcionamiento cotidiano de los dispositivos de los que son responsables. Se entienden siempre como los únicos verdaderos poseedores. Sin embargo, sólo algunos gestores disponen de un buen conocimiento de la repartición de las aguas en la ZARI.

La diversidad de los medios agroecológicos se expresa perfectamente en la unidad espacial de la ZARI, como lo muestra el caso de Urcuqui: los gradientes térmicos y pluviométricos y la aptitud de las especies cultivadas dan lugar a una zonificación de la cuenca aprovechada en pisos frío, templado y cálido. Aunque la sequía es permanente en el piso cálido (1.500-2.200 msnm, pluviosidad anual: 560 mm, evapotranspiración potencial: 1.400 mm) donde domina la caña de azúcar, el

1 ZARI: Unidad espacial de organización de la toma, del transporte y de la utilización del agua.

recurso de irrigación existe también en los pisos superiores. En el piso temperado donde se concentra el hábitat rural (2.200 - 2.800 msnm, P: 800 mm, ETP: 1.240 mm), dos estaciones secas son muy marcadas en ciertos años. La cosecha del maíz de secano está entonces comprometida. La irrigación parece como una condición de la intensificación de la agricultura. Desde hace algunos años se ve la necesidad de aporte superficial de agua en el piso frío, a pesar de ser el más lluvioso (2.800 - 3.200 msnm, P: 980 mm, ETP: 1.140 mm) por tres razones: a) La frontera agrícola progresa hacia las crestas de los Andes, ya que casi no hay tierras disponibles en los otros pisos; b) La prolongación de los ciclos de cultivo induce más riesgos de períodos secos para las plantas; c) El desfase de los ciclos y la toma de riesgos en ciertas especies contribuyen también a la demanda de agua de irrigación, sin que forzosamente ésta sea satisfecha, ya que el aprovechamiento de terrenos es reciente y posterior a la apropiación de recursos hídricos.

Se comprende que la diversidad de la agricultura practicada en un espacio restringido se traduce en necesidades de agua difícilmente cuantificables al día para el conjunto de la ZARI. El principio de adecuación entre demanda de agua de las plantas y la decisión de riego no se cumple en estos conjuntos de redes ramificadas. Otras dinámicas gobiernan la irrigación tradicional de montaña ubicada en una situación de diferenciación relativa del recurso hídrico: frente a la competencia que reina para la apropiación del agua entre los usuarios reconocidos y los que aspiran a serlo y entre los usuarios mismos, los modos de gestión se apoyan en un sistema jurídico de reconocimiento de derechos de agua fundados en textos notariales y concesiones públicas, un principio de equidad de las cargas de gestión en función de los derechos y una organización práctica para aplicar el turno del agua.

## LOS BALANCES

El inventario de los sistemas de irrigación organizado por ZARI en cada gran cuenca hidrográfica consta de una cartografía a escala 1:50.000 y una base de datos sobre las tomas de agua, los canales y los perímetros (Le Goulven et al., 1992). Complementando las características hidráulicas, figuran indicadores sobre las unidades de producción y la agricultura practicada en cada perímetro y referencias sobre la organización social que administra el sistema. Este trabajo descriptivo abre la vía de los balances regionales de la irrigación tradicional.

Una primera evaluación consiste en definir el dominio de validez de un tipo de disfunción. Por ejemplo, se pueden localizar los perímetros con poca dotación, con una agricultura campesina de autosubsistencia y una situación conflictiva entre usuarios.

Se espera otra evaluación con los balances entre la oferta y la demanda de agua a nivel de las cuencas unitarias y a nivel de las ZARI. Los datos climáticos necesarios para estos cálculos provienen del análisis de las series disponibles, a través del método del vector regional: se generan registros en varios puntos de una región, ponderando las series representativas de las estaciones de medidas (Le Goulven et

al., 1988). El paso de tiempo es mensual, los caudales de los ríos están estimados a partir de modelos de transformación de lluvias-caudales (Pourrut, 1980). La comparación con las concesiones de los canales tradicionales de la cuenca y con la demanda de agua de las superficies irrigables permite distinguir las zonas y los períodos más críticos.

Una tercera utilización del inventario es el establecimiento de balances económicos a nivel de regiones, de pisos agroecológicos y de las ZARI (producciones, ingresos). La información proviene del servicio nacional de estadísticas agrícolas (SEAN). Las encuestas son realizadas cada año en una muestra de un conjunto de parcelas identificado a través de fotos aéreas. Por referencia a los mapas de irrigación, se pueden distinguir los conjuntos que pertenecen a un perímetro irrigado y los de las zonas secas. Se puede entonces reestructurar los datos sobre los rendimientos de los principales cultivos con las condiciones de irrigación (Haberstock y Ruf, 1992). Por ejemplo, en la cuenca hidrográfica del Mira, el rendimiento del grano de maíz de 1987 era en promedio de 540 kg/ha. Después del análisis, en situación de secano, el rendimiento promedio es cercano a 400 kg/ha, mientras que en situación irrigada es próximo a los 700 kg/ha.

## LA HISTORIA DE LA IRRIGACIÓN Y LAS REGLAS DE GESTIÓN ACTUALES

Las reglas actuales de gestión dependen de aquellas formuladas durante la construcción de las redes. Estas pudieron ser reajustadas o totalmente reformadas en ciertas épocas de la vida del sistema. Los archivos históricos nacionales y regionales parecen ser ricos en documentos notariales y valoraciones de juicios pasados. Esta información sólo pueden ser interpretada en relación con el inventario detallado de las infraestructuras actuales en una ZARI (Ruf y Nuñez, 1992).

La experiencia adquirida en Urcuqui muestra que las redes fueron progresivamente establecidas a partir de iniciativas locales (Ruf, 1993). Algunos autores estiman que la irrigación precolonial era más desarrollada en Ecuador (Caillavet, 1983; Knapp, 1987). Sin embargo, en Urcuqui, los primeros canales se remontan al siglo XVI y sus fundadores son caciques indios. En los siglos XVIII y XIX, las grandes propiedades coloniales (haciendas), después de haber tomado el control de las obras antiguas, abren nuevos canales apropiándose de los recursos hídricos alejados y aún no captados.

El Estado interviene solamente como árbitro de los litigios entre los usuarios de los diferentes sistemas de irrigación. En el siglo XX, algunas haciendas desaparecen en provecho de las comunidades campesinas, vendidas en lotes o expropiadas por la reforma agraria (1960-1970). Las reglas de repartición del agua que están en vigor hoy en día reflejan la historia de cada red. En los sistemas más antiguos, los derechos de caciques todavía subsisten y son reconocidos para una minoría de usuarios por la comunidad entera, mientras que ésta elabora un turno de agua sobre una base asociativa e igualitaria. En cambio, en las redes fundadas por haciendas, la venta de los terrenos por lotes está acompañada de la venta de los derechos de agua, inscritos

en los registros de la propiedad. Los campesinos distinguen siempre claramente las reglas de gestión: el agua "comunitaria" debe ser distribuida a todos según un orden establecido, aunque algunos días están reservados a un reglamento aún más antiguo. El agua "comprada" llegará a los que tienen un título legal de propiedad.

En las redes públicas, las haciendas disponen de una concesión con caudal continuo que no plantea problemas de administración. Sin embargo, en los sectores de pequeña propiedad, el Estado no reconoció a los usuarios un derecho de agua específico. La precariedad del acceso al agua contribuye al fracaso relativo de los proyectos de irrigación públicos en el mundo campesino, donde quiera que preexistía la irrigación tradicional. No obstante, la intervención pública es bien admitida cuando el proyecto lleva agua hasta puntos no mencionados anteriormente: los sifones industriales permitieron la adecuación de terrenos de acceso difícil. El Estado es aún bien acogido donde los conflictos sobre el agua no son resueltos por el juego de las reglas antiguas. Para evitar una manipulación importante del agua, algunas comunidades campesinas, mal comunicadas, abandonan su canal tradicional por el nuevo canal del Estado. Sin embargo, la inversión pública realizada no tiene relación con la valorización agrícola del agua. En efecto, una hectárea acondicionada por el Estado cuesta entre 5.000 y 10.000 dólares, mientras que el producto bruto medio de un cultivo de maíz apenas representa 300 dólares y el agua está facturada en 10 dólares por hectárea y por año.

#### LA MODELIZACIÓN DE LA ECONOMÍA AGRÍCOLA DE UN ZARI

A partir del conocimiento sobre las infraestructuras de una pequeña región, sobre las actividades agrícolas practicadas (cultivos y ganaderías) y sobre las reglas de repartición del agua entre todos los usuarios, se puede representar el marco económico de la población rural en un modelo: el conjunto de los recursos movilizados para alimentarse y generar un ingreso agrícola, está equilibrado por el conjunto de limitantes relativas a la producción, la tierra, el agua, el trabajo, la dieta alimenticia y el balance forrajero. En la medida en que todos los recursos son limitados y limitantes (tierra agrícola, tierra irrigable, agua, trabajo, capital de trabajo y capital fijo), el juego de ecuaciones permite estimar el impacto de una manipulación de uno de ellos, en particular el agua.

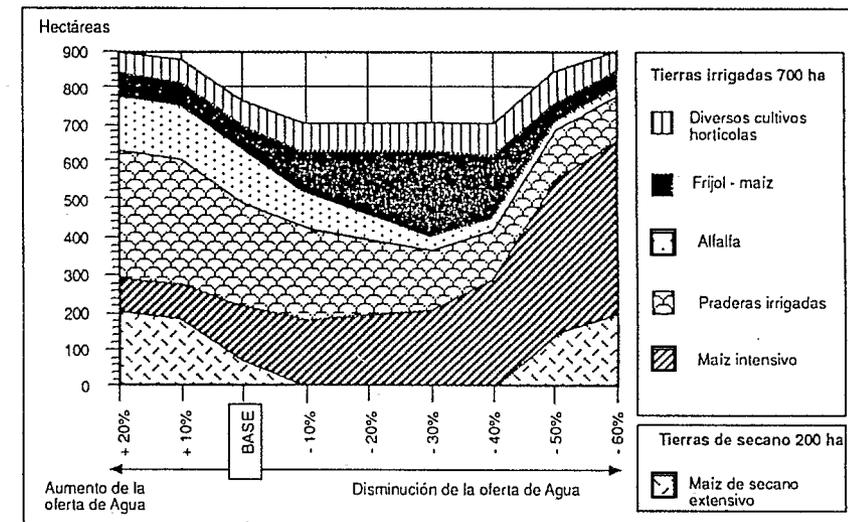
La escritura de las matrices de las ecuaciones del paquete G.A.M.S. (General Algebraic Modelling System) del Banco Mundial, facilita la construcción de modelos en varios cientos de ecuaciones (Sabatier et al., 1991). La resolución es un proceso reiterativo de cálculo en función de un objetivo asignado al modelo, en este caso, la maximización del ingreso neto agrícola de la población. Las relaciones descritas son lineales.

La economía de la ZARI está estructurada por los tres pisos agroecológicos; el piso caliente donde domina el sistema de producción azucarero de las haciendas, el piso templado donde domina la agricultura campesina irrigada, el piso frío donde coexisten actividades de ganadería extensiva de haciendas y de cultivos de plantas

comestibles de los campesinos. En cada piso, se distingue la población propietaria de sus medios de producción y la que no los posee. En una primera etapa, las actividades fueron descritas sobre una base anual. Actualmente, el modelo genérico ZARI-GAMS está fundado en balances hídricos mensuales -utilizando los datos de los vectores climáticos regionales- y en balances forrajeros de la temporada (Ruf et al., 1992). La combinación óptima de las actividades económicas toma en cuenta los meses más limitantes.

Un juego de ecuaciones como éste sirve para estimar el impacto de la degradación de la oferta de agua del sistema regional, escenario plausible en el plano climático, pero también en miras a la historia hidráulica marcada por los conflictos sucesivos sobre el recurso. Permite también simular el aumento de la oferta de agua a partir de una política de acondicionamiento hidráulico suplementario. La Figura N° 3 muestra los efectos inducidos por la oferta del agua sobre la distribución de cultivos del piso templado de Urcuqui. En caso de poca disminución del recurso de agua (-10% a -20%), la alfalfa, gran consumidora de agua, es la actividad que más retrocede. En caso de fuerte crisis hídrica (-40% a -50%), el maíz pluvial y el maíz irrigado extensivo se vuelven dominantes. En caso de aumento de la oferta, las actividades pecuarias dominan a tal punto que las tierras pluviales son puestas en cultivo para producir la base alimentaria de la población y valorizar una fuerza de trabajo poco empleada en las praderas irrigadas.

FIGURA N° 3. Modelización de la economía agrícola de Urcuqui. Impactos de la oferta de agua en rotación óptima de tierras de nivel templado, entre 2200 y 2800 metros de altitud (actividades, condiciones y precio del año 1991). El rendimiento neto medio por explotación es estable, cerca de 430 US\$/año y se inclina hacia -30% para caer a 330 US\$.



El Estado ecuatoriano estudia proyectos de aducción de agua en el corredor interandino a partir de las laderas externas, por medio de túneles de varios kilómetros bajo las cimas. El modelo calcula el efecto económico de tal proyecto, bajo hipótesis explícitas: la estructura de los precios es estable y ningún cambio consecuente se produce en las relaciones sociales. En estas condiciones, la simulación relativiza el impacto económico de los grandes proyectos hidráulicos y permite reflexionar sobre los umbrales fuera de los cuales el excedente de agua no tiene mayor interés, o al contrario, en las crisis generadas por la falta de agua. En fin, la modelización permite discutir reglas de repartición del agua entre los diferentes pisos ecológicos proponiendo diferentes usos de los recursos.

## CONCLUSIONES

El Ecuador vive actualmente un período de reformas económicas y sociales inspirado por políticas llamadas de ajuste estructural que pretenden reducir la intervención del Estado en las relaciones económicas. En el campo de la hidráulica agrícola, una nueva ley del agua va a cambiar el marco legal que regía la apropiación y la administración de los recursos de agua.

La formulación de las medidas de liberalización corresponde esencialmente a la irrigación pública y a la transferencia de cargas hacia el usuario. Las herramientas de representación de las estructuras y de la gestión de la irrigación tradicional permiten discutir el impacto de estas decisiones políticas y económicas, en particular en el plano de la privatización de los recursos de agua y de las obras hidráulicas, y en el plano del reglamento de los conflictos. La ley de 1973 se apoya en el principio de gestión equitativa y forzada de los recursos de agua, sin garantía de derecho para los usuarios. La nueva gestión de los recursos se orientaría hacia la creación de un mercado del agua, con un reconocimiento legal de apropiación individual de esos recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Caivillel, C. 1983. *Toponimia histórica, arqueología y formas prehispánicas de agricultura en la región de Otavalo*. Bull. Fr. Etudes andines, 83, XII (3-4): 1-21.
- Gondard, P. 1985. *L'utilisation des terres dans les andes équatoriennes, de l'inventaire à la dynamique des transformations*. Les Cahiers de la recherche développement, 85 (6): 45-46.
- Knapp, G. 1987. *Riego precolonial en la Sierra Norte*. Debate, revista del CAAP, Quito, 87 (14): 17-45.
- Jiménez, B. 1986. *Apreciaciones breves sobre el estado del sector riego en Ecuador*. Quito, Ecuador, BID, 10 p.
- Haberstock, F. y T. Ruf. 1992. *Détermination des productivités des activités agricoles de base*. Quito, ORSTOM, INERHI, 35 p.
- Le Goulven, P., M. A. Aleman y L. Osorno. 1988. *Homogénéisation et régionalisation pluviométrique par la méthode du vecteur régional*. En: Quinto congreso de hidráulica del Ecuador, Quito, Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Hidráulica, 21 p.

- Le Goulven, P., T. Ruf y H. Ribadencira. 1989. *Traditional irrigation in the Andes of Ecuador. 1) research and planning 2) disfunctions and rehabilitation*. En: 7th afroasian regional conf., Tokyo, 15-25/10/1989. Japón, ICID, p. 351-371.
- Le Goulven, P., T. Ruf, E. Dattée, L. Linossier y L. Gilot. 1992. *Localisation, organisation et caractérisation de l'irrigation dans les Andes équatoriennes: bassin du Mira, synthèse* (tome 6), Quito, ORSTOM, INERHI, 192 p.h
- Pourrut, P. 1980. *Estimation de la demande en eau du secteur agricole et des disponibilités pour la satisfaire, éléments base pour la planification de l'irrigation en Equateur*. Cahiers de l'ORSTOM, série hydrologie, 80 (XVII-2): 91-127.
- Ruf, T. y P. Le Goulven. 1987. *L'exploitation des inventaires réalisés en Equateur pour une recherche sur les fonctionnements de l'irrigation*. Bulletin de liaison du département H-ORSTOM, 87 (12): 30-48.
- Ruf, T., P. Le Goulven y J. L. Sabatier. *Modélisation de l'economie agricole dans un espace irrigué, méthodologie de la construction d'un modèle économique avec G.A.M.S.* Quito, Ecuador, ORSTOM - INERHI, 34 p.
- Ruf, T. y P. Nuñez. 1992. *Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos*. Memoria, 91(2): 185-281.
- Ruf, T. 1993. *La maîtrise de l'eau par une société andine équatorienne: dilemme entre innovation de gestion et conservation des ressources hydriques. Urcuqui; 1. La fondation ancienne des réseaux d'irrigation. 2. Le partage de l'eau au XXe siècle*. En: Innovations et sociétés, 13-16 septembre 1993, Montpellier - Francia, CIRAD - ORSTOM, 22 p.
- Sabatier, J.L., T. Ruf y P. Le Goulven. 1991. *Dynamiques des systèmes agraires irrigués anciens, représentations synchroniques et diachroniques; l'exemple d'Urcuqui en Equateur*. Les cahiers de la recherche-développement, 91(29): 30-44.
- U.S.A.I.D., 1983. *Irrigation and AID's experience: a consideration based on evaluation*. Washington, USA, AID program evaluation report N° 8.
- Whitaker, M.D. y J. Alzamora. 1990. *El riego y el desarrollo agropecuario*. En: El rol de la agricultura en el desarrollo económico del Ecuador, M.D. Whitaker, ed., Quito, Ecuador, IDEA, p. 211-253.

# INVESTIGACIÓN CON ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL

*Compiladores*  
*Julio A. Berdegué / Eduardo Ramírez*



# INVESTIGACIÓN CON ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL

*Julio A. Berdegué / Eduardo Ramírez*  
*Compiladores*

Red Internacional de Metodología de Investigación  
de Sistemas de Producción - RIMISP

Santiago de Chile, mayo de 1995