

In :
Les Cahiers de la Recherche Développement
n° 29, marzo de 1991, pp 30-44.
Centro Internacional de Investigación Agronómica
para el Desarrollo,
DSA/CIRAD, Montpellier, 1991.

DINAMICAS DE LOS ANTIGUOS SISTEMAS AGRARIOS REGADOS : REPRESENTACIONES SINCRONICAS Y DIACRONICAS.

El ejemplo de Urcuquí en el Ecuador

por Jean-Luc SABATIER*, Thierry RUF** y Patrick LE GOULVEN**

Resumen

Las redes antiguas de riego representan en el mundo cerca de la mitad de las superficies regadas y la mayoría de los campesinos que utilizan el riego producen utilizando esos canales a veces milenarios. Abandonadas por el desarrollo moderno, desconocidas por los investigadores, tales redes presentan gran cantidad de dificultades de funcionamiento. La rehabilitación de esos sistemas parece constituir un tema mayor para el desarrollo agrícola de los próximos decenios.

Investigadores comprometidos en una reflexión sobre la rehabilitación de redes de montaña en el Ecuador dan cuenta de la complejidad de sus disfuncionamientos y proponen medios de acción para comprender su evolución combinando un análisis diacrónico de las redes con una representación sincrónica de los sistemas agrarios.

Previamente, se realizó la modelización de un sistema agrario regado local con el objetivo de promover una negociación relativa al cambio técnico y social entre los participantes en la rehabilitación, los organismos que manejan el agua y las asociaciones de campesinos.

Palabras claves : Modelización - Hidráulica agrícola - Manejo del agua - Economía - Rehabilitación - Andes - Ecuador.

* CIRAD-CNEARC
** ORSTOM

Résumé

Les réseaux d'irrigation anciens représentent dans le monde près de la moitié des superficies irriguées et la majorité des paysans utilisant l'irrigation produisent sous ces canaux au passé parfois millénaire. Délaissés par le développement moderne, méconnus des chercheurs, ces réseaux connaissent pour une grande part des difficultés de fonctionnement. La réhabilitation de ces systèmes semble constituer un thème majeur pour le développement agricole des prochaines décennies.

Des chercheurs engagés dans une réflexion sur les réhabilitations de réseaux de montagne en Équateur témoignent de la complexité des dysfonctionnements, proposent des outils pour comprendre les évolutions en combinant une approche diachronique des réseaux et une représentation synchronique des systèmes agraires.

Une modélisation d'un système agraire irrigué local a été réalisée ex-ante dans le but de promouvoir une négociation sur le changement technique et social entre les partenaires des réhabilitations, administrations de l'eau et associations de paysans.

Mots clefs : Modélisation - Hydraulique agricole - Gestion de l'eau - Economie - Réhabilitación - Andes - Equateur.

Abstract

Nearly half of irrigated areas in the world are supplied by old irrigation networks, and the majority of farmers using irrigation use canal which are sometimes up to a thousand yearsold. These systems are not concerned by modern development and little-known by researchers and experience considerable operating difficulties. The rehabilitation of these systems would appear to be a major topic for agricultural development in the coming decades.

Researchers investigating the rehabilitation of mountain networks in Ecuador report the complexity of the malfunctioning, propose methods for understanding evolution by combining a diachronic approach to the networks and synchronic representation of the agrarian systems.

A local irrigated agrarian system was performed to promote negotiation concerning technical and social change between those concerned in rehabilitation, water agencies and farmer's associations.

Key words : Modelling - Agricultural hydraulics - Water management - Economics - Rehabilitation - Andes - Ecuador.

INTRODUCCION

De la rehabilitación de sistemas antiguos de riego...

La rehabilitación de los sistemas antiguos de riego constituye el ejercicio más difícil en materia de innovación agrícola. Exige un esfuerzo de comprensión y de representación de lo existente sin precedentes. Ahora bien, las políticas correspondientes apuntan a menudo a hacer tabla rasa del pasado. Actualmente, rehabilitar es ante todo borrar lo antiguo.

Sin embargo, rehabilitar en el sentido etimológico, no sólo es renovar sino también reestablecer los derechos de un grupo de personas, lo que impone interesarse por lo menos en su historia.

Rehabilitar es ante todo reconocer que hay crisis de reproducción de un sistema y no simple crisis de adaptación, ya que tal sistema no puede evolucionar solo, por sus propias fuerzas, sin avanzar rápidamente a la destrucción. Un sistema regado es, en efecto, una construcción social, históricamente constituida. La red que lo sostiene, incluso compleja, adquiere, evidentemente, su inteligibilidad a través de su historia. Esta lectura esencial permite un análisis no reductor y confiere al espacio regado su significación real: espacio en el que intervienen múltiples factores, antiguos y complejos, cuyo aspecto actual es sólo una etapa de transición de una crisis antigua a una nueva crisis esperada y temida.

Pero si bien la investigación histórica diacrónica permite una aproximación a la evolución de esa complejidad, no tiene la función de desarrollar una teoría de la rehabilitación.

A pesar de los discursos, hay que reconocer que se avanza a tientas y que es necesario aplicar otras formas de representación en donde no faltan las contradicciones teóricas, pero que tienen la virtud de ser simples y a veces eficaces.

En particular, un sistema regado es un sistema agrario local o regional cuya representación sincrónica siempre es posible. El investigador puede intentar entonces una modelización cuya finalidad es, en base a la simulación de la sensibilidad de los parámetros de funcionamiento del sistema agrario inicialmente muy simplificado, captar sus márgenes de evolución: movilización del trabajo, creación de condiciones artificiales en el medio, rotación de cultivos, relaciones agricultura-ganadería, niveles de producción, de consumo, de intercambios. La validez de los resultados depende evidentemente de la calidad del modelo.

A partir de la síntesis de estos dos análisis, diacrónico y sincrónico, se puede esperar mostrar soluciones particulares a un problema de rehabilitación, o, en otros términos, buscar las innovaciones posibles y necesarias que permitirán al sistema en cuestión superar la crisis actual, e incluso prevenir una nueva crisis, con todas las reservas teóricas que pueden emitirse en cuanto a este tipo de análisis.

En este trabajo, basado en el conocimiento de la historia de una red de la cual sólo proporcionaremos una visión sumamente fragmentaria y en un modelo lineal, buscamos simular la influencia en el manejo del agua ya sea de cambios e innovaciones o de crisis: impacto posible de nuevas dotaciones en los sistemas de producción. Estos resultados técnicos son relacionados luego con las dinámicas sociales identificadas.

DEFINICION DE LOS CONCEPTOS Y PROBLEMAS DE REPRESENTACION DE ANTIGUOS SISTEMAS AGRARIOS REGADOS

Teoría de los sistemas de riego restringido en tanto que sistemas sociales de manejo del agua

Sistema agrario: sistema de explotación de la Naturaleza, históricamente constituido para satisfacer las necesidades de una población en una época dada (Mazoyer, 1985)

Sistema regado: situación particular en donde la creación de condiciones artificiales en el medio permite disminuir considerablemente los riesgos climáticos

Sistema antiguo de riego: sistema en el que la fase principal de creación de condiciones artificiales está terminada, impulsada en el marco de relaciones socio-económicas precapitalistas, por una autoridad social de ordenamiento

Red de riego: resultado de la cadena operacional que transforma el agua de lluvia en agua de riego y que comprende siempre recolección, transporte, distribución y aplicación del agua; al interior de la red, la división social del trabajo es generalmente marcada entre producción de agua y utilización

Sistema de riego restringido: situación en la que, por múltiples razones, la red no ocupa todo el espacio utilizable para la producción agrícola.

Un sistema regado es considerado desde hace tiempo como la respuesta común a una explosión del factor demográfico (Boserup, E.), tomando como modelo las sociedades de Asia del Sur (India y Pakistán): la innovación forzada. Dicho modelo no estaba sustentado por visión histórica alguna, pero tenía el mérito, luego del fracaso de las revoluciones ecológicas, de remitir a la reflexión de autores que habían estudiado el tema. En particular, Wittfogel hacía, en 1930, un aporte fundamental al estudio de las sociedades hidráulicas. Retomando los trabajos de Marx sobre el modelo de producción asiático, describía a las sociedades hidráulicas como formaciones sociales despóticas. Tales sociedades (China, Egipto, Sumer) reposan en un poder central fuerte, importantes masas trabajadoras y castas de especialistas dependientes del poder central, elegibles y revocables.

Históricamente, los poderes centrales han tratado de extender su influencia mediante el derecho, las obras hidráulicas cada vez más complejas o incluso a través de la conquista de sistemas hidráulicos periféricos (imperio Inca, Reino de Açoka en Sri Lanka). Esas sociedades han resistido por largo tiempo al modo de producción capitalista dominante.

No se puede trasponer el análisis de Wittfogel a los sistemas de riego restringido por la inexistencia de un despotismo institucional. Sin embargo, planteamos la hipótesis de que todas las sociedades que disponen de un patrimonio hidráulico antiguo experimentaron en su pasado una transición asiática que constituyó la primera etapa de edificación hidráulica: señorío feudal en Francia mediterránea y Cataluña en los siglos XI y XII; encomienda española a comienzos de la colonización en el Ecuador.

La originalidad de la tesis de Wittfogel no es la visión despótica sino la posibilidad de refutar el modelo agrícola de desarrollo de la hidráulica. Tal vez el origen de esta última no se situaría en las estrictas contingencias de la producción agrícola sino en el encuentro de dos mundos desconfiados, hostiles a veces: ciudad-campo, señor-campesino, etc. que todo opone pero que van a cooperar estrechamente por la alquimia de los procedimientos y los reglamentos. Por ello, también es importante comprender la fase inicial de creación de las redes, la misma que establece, en general, un derecho escrito al que se referirán todas las partes involucradas en los futuros conflictos de utilización de las aguas.

Las etapas de evolución son otras tantas claves de comprensión que es difícil eludir. El problema central no es el de la evolución de las prácticas de riego, tan interesante en el plano etnográfico, sino la evolución de las dotaciones y de la distribución, reflejo de las relaciones sociales de producción. Se trata, por ejemplo, de saber cuándo y cómo se pasó de una distribución del agua de tipo « clásico » a un turno de agua racional que marca la individualización de los procesos de producción. ¿Qué es lo que hace, como lo dice G. Bédoucha, que el agua sea « la amiga del poderoso »?

Se puede esquematizar un sistema regado como un sistema social de manejo del agua que se apoya en:

un conocimiento hidráulico y económico (evaluación del recurso, captación, transferencia, red, repartición, aplicación, necesidades de agua de los cultivos, frecuencia, trabajo);

una división del trabajo entre los encargados de producir regando y los actores encargados de llevar el agua en las mejores condiciones;

una autoridad hidráulica cuyas funciones son : registro de derechos de agua, transmisión de derechos, policía del agua, mantenimiento hidráulico, reparto de las responsabilidades (en trabajo y financieras).

Esta autoridad, al representar los principios de la democracia hidráulica, aplica a todos el reglamento contractual :

las reglas son equitativas, limitantes, garantizando al mismo tiempo márgenes de libertad y de adaptación

se rechaza la concentración de los derechos

la demanda social de agua puede evolucionar (nuevas orientaciones agrícolas, nuevos actores) y determinar una renegociación de los modos de acceso al agua

la oferta de agua puede disminuir y suscitar una repartición equitativa del déficit

la autoridad hidráulica puede ser revocada si no cumple con sus funciones.

Si bien el sistema trata de minimizar el riesgo hidráulico en un momento dado, como se precisaba en la primera definición, no sucede necesariamente lo mismo al inicio. En la Edad Media, se construyeron canales para los molinos y la fuerza hidráulica (derecho de agua: molino en catalán); la utilización de los mismos para el riego es posterior.

El riego, incluso restringido, es ante todo esa « construcción social » citada anteriormente, que obedece a reglas antiguas, nunca totalmente fijas sino que evolucionan en el seno de relaciones sociales de producción estables. En las sociedades precapitalistas, tal construcción social revestía la forma de una institución comunitaria, con una división de las tareas entre los productores que practicaban el riego y los responsables de la reproducción hidráulica, contratados frecuentemente entre la élite campesina, al servicio de un grupo de poderosos, como en las formas despóticas de las sociedades asiáticas.

Esa institución garantizaba al usuario su derecho y la realización práctica de dicho derecho. Por ello, era reconocida como autoridad social y como tal, podía exigir un trabajo o una parte de la producción, la misma que estaba prevista para servir a la reproducción e incluso a la ampliación del sistema.

Una clasificación de los antiguos sistemas agrarios regados

Se basa en una primera aproximación a una tipología geográfica según los siguientes criterios :

la geomorfología (montañas, llanuras aluviales, deltas, etc.) y la hidrografía (regímenes torrenciales, fluviales con crecida, cursos de agua y utilización de los recursos subterráneos)

los climas (zonas áridas, semi-áridas, estación seca particular en una zona de fuerte pluviometría)

la amplitud de las redes de riego constituidas (manejo del agua más o menos complejo para la movilización, el transporte, la repartición, la distribución)

la antigüedad de los sistemas (tecnologías de riego, organizaciones sociales, reglas de funcionamiento)

la situación demográfica actual

los tipos de agricultura (campesina, grandes unidades de producción, integrados en mayor o menor medida a los mercados regionales, nacionales, mundiales).

Una hipótesis de disfuncionamiento

La vida de un sistema de riego evoluciona frecuentemente hacia una saturación relativa del recurso, debida a :

demandas sociales de nuevos actores, que complejizan la aplicación de las antiguas reglas y aumentan los riesgos de disfuncionamientos

la individualización de los procesos agrícolas de producción y de decisión, que entra en contradicción con la estructura comunitaria de manejo de la red.

El proceso de saturación es complejo. La demanda de nuevas reglas corresponde a menudo a cambios fundamentales de polos de especialización entre cultivos de ciclo corto con necesidad de riego frecuente y cultivos con necesidades radicalmente diferentes. Se acompaña en general de fuertes crisis y numerosos juicios.

La hipótesis en que se basan nuestras investigaciones puede formularse de la siguiente manera :

el manejo de los antiguos sistemas de riego se ha establecido bajo relaciones sociales precapitalistas, en condiciones demográficas diferentes a las actuales

ha estado sometido a los cambios agro-económicos ligados a la integración de las economías campesinas a los mercados mundiales, y a los procesos de individualización de las explotaciones familiares campesinas

reposa actualmente en parte en autoridades burocráticas que establecen nuevas reglas de derecho sobre las aguas.

Esto se traduce en la aparición de disfuncionamientos (conflictos, crisis...):

en la movilización del agua (competencia por los recursos)

en el mantenimiento de las obras para garantizar las transferencias de agua previstas (participación de las partes involucradas con esfuerzos de trabajo y capital)

en la repartición de las dotaciones entre grupos, perímetros (justicia en las reglas de dotación y formas de incumplimiento)

en la distribución al interior de un perímetro (reglas de turno de agua y cumplimiento de las mismas).

El conjunto de riesgos de disfuncionamientos en el manejo de las redes conduce a los agricultores, según su situación (trayectoria), a tomar decisiones estratégicas: elección de sistemas de cultivo (dada la obligación eventual de rotación de cultivos, en lo que el medio externo al entorno campesino puede jugar un papel fundamental, como por ejemplo: campesino en aparcería, imposición de una parcela colectiva de cultivo, imposición de un cultivo de renta, etc.).

I - REPRESENTACION DE LOS SISTEMAS AGRARIAS

1.2. Los problemas de representación

La representación de sistemas agrarios se basa generalmente en métodos descriptivos a veces sumamente densos en cuanto a la obtención de los datos y al procesamiento de la información. El diagnóstico desemboca en una representación ilegible (grandes cuadros y esquemas de funcionamiento), no cuantitativa ni operacional: es difícil tomar decisiones en base a la lectura de esos documentos. A veces, la representación es simplificada a fin de hacerla legible, pero la caricatura resultante apenas refleja la importancia del dispositivo de investigación y obtención de la información, o bien, si ese fuera el objetivo, no justifica probablemente un dispositivo tan denso.

El enfoque diacrónico completa, e incluso precede, al análisis sincrónico. Las fuentes de información se encuentran en diferentes archivos históricos regionales y locales. El método de investigación se basa en un muy buen conocimiento del sistema agrario actual adquirido mediante encuestas y observaciones de campo (asociadas a consultas bibliográficas y a las técnicas disponibles, como los elementos descriptivos del medio físico, del clima, etc.). Se busca luego en la documentación antigua una situación de referencia, de la cual se dispone de suficiente información. En la medida de lo posible, la situación ideal es la reconstrucción del sistema agrario anterior a las obras hidro-agrícolas. Se busca entonces reconstruir las etapas de los sistemas, cuyo desarrollo no es « lineal » sino el reflejo de la sucesión de crisis, de reestructuraciones y de fases de cruce.

La finalidad de este ejercicio es por supuesto la representación más clara y más exacta posible del sistema agrario regado (tecnologías, relaciones sociales, productividad, repartición del excedente).

Una modelización de carácter económico tiene la ventaja de la simplicidad incluso si no es capaz de reflejar todos los comportamientos sociales.

Más específicamente, la modelización de la economía en un sistema agrario tiene como meta, conociendo las bases técnicas y económicas de la agricultura practicada, dar una imagen dinámica de tal sistema en el marco de intercambios en parte monetarizados. El modelo apunta a cuantificar las actividades básicas (producción, consumo, ventas, intercambios de trabajo, de productos) encontrando el equilibrio económico local actual.

Su utilidad consiste en establecer los efectos inducidos por cambios progresivos de las condiciones de producción, en el presente caso la intervención en la satisfacción de las necesidades de agua. Sin embargo, la escritura del modelo permite modificar y actualizar los parámetros (agregar una actividad nueva, redefinir los costos y precios unitarios, crear nuevas limitaciones o reglas, etc.). Por la cuantificación y su aspecto dinámico, la modelización es una representación del sistema agrario que posibilita el diálogo y sustenta la toma de decisiones.

Pero no es simplemente un artefacto.

El estudio de los sistemas agrarios de economía campesina se basa en general en la caracterización de los grupos sociales homogéneos y antagonistas, y corresponde al campo de la antropología social. A las sociedades campesinas estaban asociados otrora particularismos ideológicos — *Part society part cultures* (Kroeber) — lo que hacía percibir al análisis económico como inoperante tratándose de las sociedades campesinas.

Actualmente, economistas y antropólogos concuerdan en la definición de sociedades campesinas de transición — « Peasants are seen as representing a fraction from relatively dispersive, isolated and self sufficiency communities toward fully integrated market economies » (Frank Ellis). Así, el modelo económico forma parte de las representaciones antropológicas posibles.

Esta idea es importante en la economía neoclásica aunque también ya en Chayanov quien, a través de las múltiples trayectorias de la vida de una unidad de producción, examina no sólo los ajustes internos al entorno económico — acceso al trabajo, a la tierra, al capital, tesorería, etc. — sino también la trayectoria social y la opción de los individuos.

La economía clásica y neoclásica ha desarrollado ampliamente la idea a través de los conceptos de costo, oportunidad y ventajas comparadas.

En Marx, la oposición antropología-economía es superada por la noción de relaciones sociales de producción. Todo cambio social y/o cambio técnico nace de la contradicción entre el desarrollo de las fuerzas productivas y la evolución de las relaciones sociales de producción. El cambio no se produce sino al agotarse las combinaciones de todas las fuerzas productivas al interior de las antiguas relaciones de producción (límite posible para la actividad de producción de uno o varios grupos sociales).

Este enfoque es bien conocido por los economistas como un problema de asignación de los recursos con « severas limitaciones ». La programación lineal es entonces un método operacional para estudiar la asignación de recursos entre unidades de producción-consumo cuando los insumos son limitados en cantidades físicas (P. Ellis, p. 37).

La construcción matemática de la programación lineal implica que las funciones de producción sean lineales. Fija el nivel de producción en función del factor más limitante: tierra, agua, capital, trabajo. Estos dos puntos presentan varios inconvenientes: por una parte, las respuestas a los estímulos biológicos son rara vez lineales; por otra, no se sabe realmente cuándo el trabajo se transforma en factor limitante en la economía campesina. La modelización es inevitablemente somera.

Siempre se puede rechazar implícitamente la función de maximización del programa lineal argumentando que el beneficio no es el motor de la economía campesina: se pueden entonces fabricar otras funciones de utilidad (maximizar stocks alimentarios o consumos sociales, introducir objetivos de los aparatos estatales, etc.).

Nos podemos igualmente preguntar en qué radica el interés de no representar en el modelo los diferentes actores del sistema agrario (el modelo de Urcuquí toma en cuenta trabajadores jornaleros y unidades de producción informales). A nuestro criterio, sería ilusorio pretender sistematizar todas las relaciones sociales de producción a través de un programa lineal, y si bien existen evidentemente conflictos en el acceso a los recursos, los límites de producción en una sociedad de relaciones de producción establecidas siguen siendo rigurosamente los mismos.

En otros términos, el procedimiento nos permite conocer, en universo cierto (precios, mercado), el efecto del cambio técnico en el excedente, pero no la distribución social de tal excedente analizada por otros métodos. Este modelo se revela como un instrumento evolutivo en su concepción (se puede mejorar su construcción a medida que se adquieran más conocimientos sobre la región) y en su utilización (es posible actualizar las simulaciones en función de las nuevas circunstancias). Sin embargo, en caso de cambio del sistema agrario, de ruptura de las relaciones de producción, de cambio demográfico brutal, etc., se debe construir un nuevo modelo.

2. El modelo propuesto para Urcuquí (figura 1)

Los tipos de actividad son:

- actividades de producción vegetal (ejemplo: cultivo extensivo de maíz);
- actividades de producción animal (ejemplo: crianza de cerdos);
- creación de condiciones artificiales del medio (ejemplo: riego);
- actividades de intercambios económicos: autoconsumo, ventas y compras (ejemplo: de cereales alimentarios);
- actividades de la población: trabajo agrícola o exterior, migración, etc.

Cada actividad tiene un costo unitario si representa un gasto que incide en los gastos de producción, o un precio unitario si contribuye al ingreso agrícola.

Cada una « consume », « produce », está « limitada » por condiciones de funcionamiento e interviene en balances de funcionamiento del sistema agrario.

Estas nociones son traducidas por los « insumos », definidos para construir la matriz del modelo (ver anexos): agua, tierra, capital.

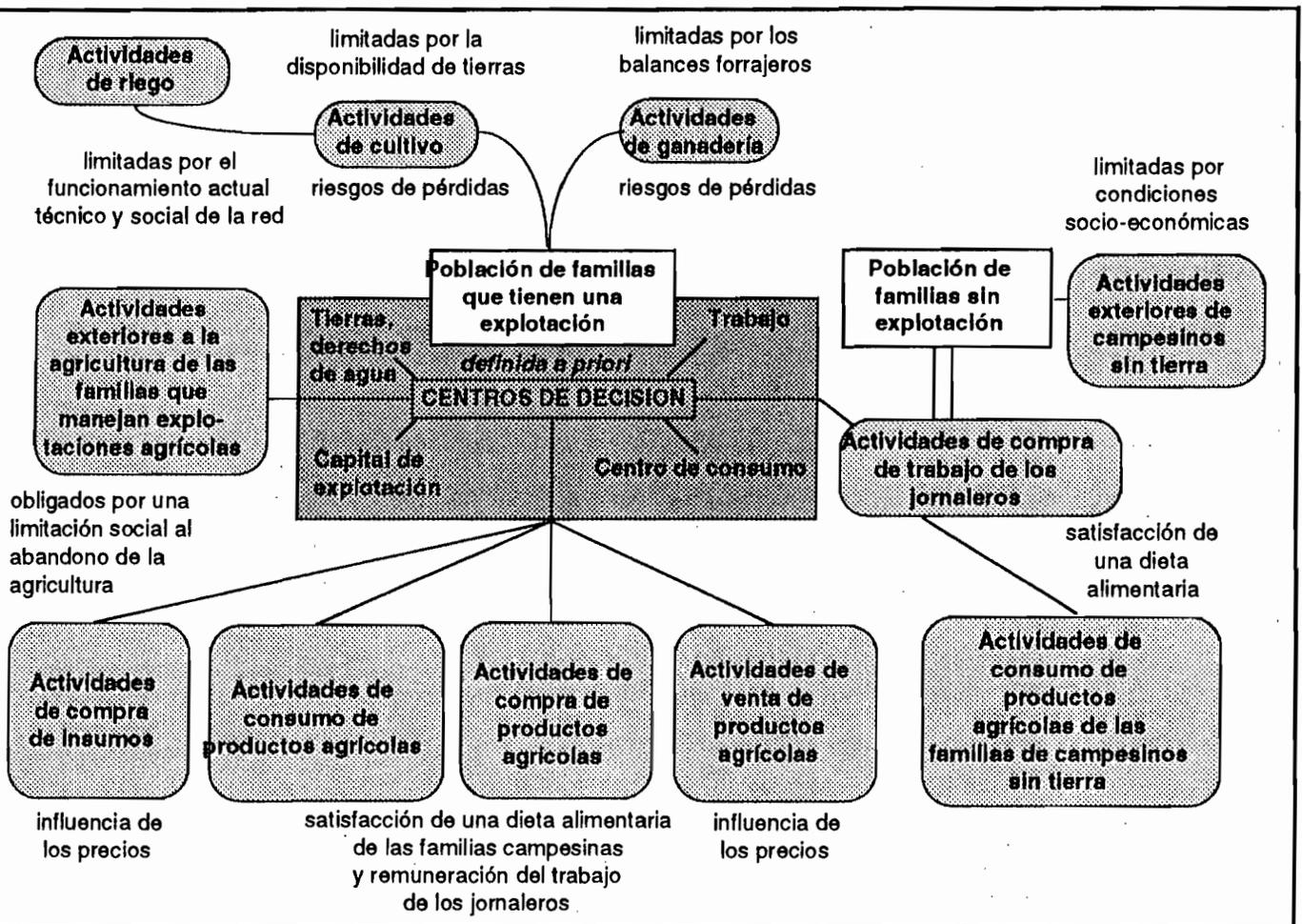


Fig. 1 - Esquema general de la modelización de un piso agro-ecológico

Además, se asocia a las diferentes actividades de producción vegetal del modelo un riesgo empírico ligado a los problemas de riego en verano (riesgo de interrupción de servicios, riesgos ligados a la duración de los turnos de agua, etc.), a la incertidumbre de los mercados, a las calamidades agrícolas. Tal riesgo es expresado en proporción de las superficies afectadas y en pérdidas financieras (pérdidas globales de cosecha). Asimismo, se estableció un riesgo para la producción animal (proporción de unidades animales afectadas y pérdidas por esos incidentes de producción).

Se busca optimizar el modelo, es decir encontrar la mejor combinación de actividades en base a una opción económica previa, la de maximizar el ingreso agrícola de la población garantizando al mismo tiempo su alimentación.

Sin embargo, hay que respetar ciertas condiciones como los límites de las superficies disponibles, las dotaciones de agua de riego existentes, las disponibilidades de trabajo. Para dar cuenta de los equilibrios que rigen el « modelo agrario », se calculan balances de las rotaciones de cultivos, de las necesidades hídricas, del trabajo, de las compras de insumos, de la satisfacción de la dieta alimentaria, de la utilización de los productos.

II - EL EJEMPLO DEL SISTEMA DE URCUQUÍ EN LOS ANDES ECUATORIANOS

1. Presentación del sistema agrario de Urcuquí

Los sistemas agrarios regados andinos del Norte del Ecuador se caracterizan por:

- un clima tropical de altitud de dos estaciones secas, cuya pluviometría varía de 300 a 1.000 mm del piso subtropical (1.500-2.200 m) al piso templado (2.200 - 2.800 m) y al piso frío (2.800 - 3.200 m); a 2.000 m de altitud, un análisis frecuencial de la lluvia revela un déficit hídrico mensual comprendido entre 70 y 100 mm durante todo el año (ver anexo 1); sin embargo, los períodos de febrero-marzo y octubre-noviembre se pueden considerar como subhúmedos ($P > ETP/2$) y ayudan a la realización de siembra pluvial; el riego, en el piso templado, es un riego de complemento; está asegurado por la reserva en agua que constituyen los páramos de las cuencas de altitud regadas regularmente (Ambi, Huarmihuaycu y Cariyacu) ;
- un relieve de altiplano volcánico estructurado por dos cordilleras y entallado por una red hidrográfica torrencial agresiva con creación de gargantas que aislan a los territorios agrícolas, constituidos sobre andosols (textura ligera) ;
- la presencia de numerosas y densas redes de riego que derivan caudales de algunos litros a unos cuantos cientos de litros por segundo, a partir de torrentes con regímenes inciertos ;
- un inicio antiguo de las obras; la fase inicial de construcción se sitúa en la segunda mitad del siglo XVI; en el caso de los primeros canales, las obras se prosiguieron hasta el siglo XX ;
- una fuerte densidad demográfica en el piso templado (del orden de 300 habitantes por km²), mediana en el piso subtropical (100 hab/km²) y baja en el piso frío (60 hab/km²); indios, descendientes de españoles, negros y mestizos forman una población heterogénea que trabaja en diversas estructuras de explotación: minifundios, pequeñas explotaciones y haciendas .

El sistema agrario es captado a nivel de un espacio acondicionado coherente, la zona de análisis y recomendaciones para el riego (ZARI), que es la unidad espacial de movilización, de transporte y de utilización del agua de riego; el espacio de la demanda de agua (Ruf, Le Goulven, 1987). La ZARI está constituida históricamente, como espacio social de producción del riego.

2. Situación actual del sistema agrario

La ZARI de Urcuquí comprende los tres pisos bioclimáticos. El pueblo, habitado por campesinos mestizos, se encuentra en la zona templada, a 2.300 m de altitud.

Aproximadamente 225 familias campesinas utilizan una superficie de alrededor de 320 ha en donde practican un policultivo asociado en mayor o menor medida a la ganadería. Por otra parte, en este piso, haciendas y pequeños propietarios de fincas explotan aún cerca de 400 ha regadas por diversos canales, a menudo en forma de pastizal, y 200 ha en seco en donde se intenta un cultivo de maíz muy riesgoso.

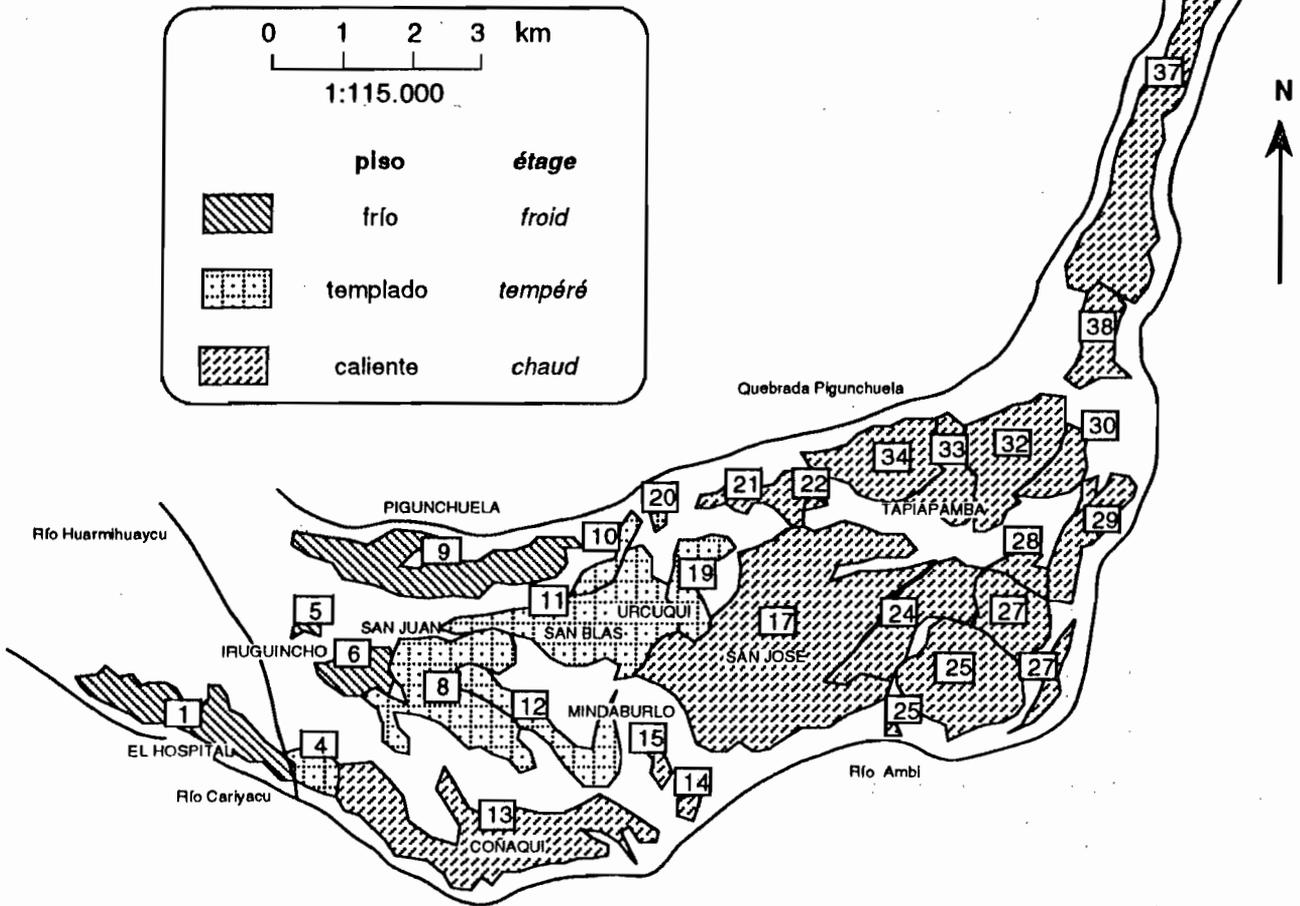
Por encima del perímetro del pueblo, una población mestiza e india vive en el piso frío (1.000 ha en seco y 500 ha que pueden regarse gracias a pequeños canales).

Una reserva forrajera de 1.000 ha de pastos de altitud elevada existe por encima del espacio cultivado (páramo). El sistema de explotación dominante es la hacienda de ganadería bovina extensiva.

Por debajo del pueblo de Urcuquí, se extiende una vasta zona subtropical de 3.300 ha regadas y explotadas por grandes haciendas de caña de azúcar y ganadería.

Ellas disponen de canales de riego propios : algunos atraviesan la zona templada, otros provienen directamente del río Ambi (canales que siguen las curvas de nivel y cuyas tomas se sitúan lejos aguas arriba, e infraestructuras de una cierta amplitud, túneles, acueductos, etc.).

Mapa de repartición de los perímetros dentro de los pisos agro-ecológicos
Carte de répartition des périmètres selon les étages agro-écologiques



Mapa 1
Plano de situación de la ZARI de Urququí, espacio social del sistema hidro-agrícola desde 1582 hasta nuestros días

3. Representación diacronica del sistema agrario de Urququí

Desde el inicio de las obras hasta nuestros días han pasado cuatro siglos. Fue en la segunda mitad del siglo XVI cuando en el Norte de los Andes ecuatorianos, colonos españoles (frecuentemente jesuitas), jefes indios (caciques) y ciertas comunidades establecieron los primeros sistemas hidráulicos consecuentes (canales que transportan el agua a grandes distancias) concentrando sus esfuerzos en la alta cuenca del río Huarmihuaycu llamado luego Carihuaycu. Entre las haciendas mismas, y con los lugareños, se desarrolló una especie de carrera a la apropiación de los recursos de estas fuentes, hasta el agotamiento de las disponibilidades de estiaje. Los conflictos se referían tanto a la movilización del agua y al derecho de abrir una toma aguas arriba de un sistema existente, como a los trazados de canales y al reconocimiento de los derechos de cada uno sobre tal o cual aporte.

El canal del pueblo de Urququí fue establecido en 1582 por 115 familias indias, de las cuales algunas eran nobles (caciques), apoyadas por el cura español. Desde 1586, estalló un primer conflicto entre el pueblo y colonos españoles, que se resolvió repartiendo derechos en beneficio de estos últimos, a cambio de la responsabilidad del mantenimiento del canal de 15 km de largo.

En el siglo XVII, un nuevo conflicto surgió entre el pueblo y un capitán español que trató de apropiarse de las aguas del canal llamado de Caciques.

No es sino a fines del siglo XVIII que la casi totalidad del caudal pasa a ser propiedad de dos grandes haciendas, mientras que el pueblo sólo conserva el agua pasando un domingo, para uso doméstico. A inicios del siglo XX, los lugareños hacen valer sus antiguos derechos (minutas judiciales de los juicios pasados) pero los pierden en 1927. Finalmente, con el apoyo de intelectuales originarios del pueblo y establecidos en Quito, obtienen la restitución de los mismos en 1945.

En base a una regla de repartición proporcional de la superficie (3 horas por hectárea para un regador de 33 litros por segundo), los jefes de familia suscribieron, en función de su riqueza y de la confianza en la perennidad de los derechos sobre el canal de Caciques, un derecho o un semi-derecho por parcela. Las familias de caciques conservaron su antiguo derecho (pasando un domingo). La Junta de Aguas, de muy reciente creación y encargada de garantizar el contrato social relativo al agua, se apoyó en un ingeniero de la administración (Caja Nacional de Riego) para establecer un turno de agua (1948), delegando a los aguateros el cuidado de hacer respetar los derechos de cada uno. Con el paso de los años, la situación evolucionó hacia un alargamiento del turno de agua (de 21 a 25 días en lugar de los 14 previstos inicialmente). Entre las causas invocadas figuran la atomización del territorio y la relativa indivisibilidad de los derechos de agua asignados a cada parcela, así como el crecimiento desigual de los diferentes sectores de riego.

En cuanto a las haciendas de altitud o al piso subtropical, el riego se practica a partir de canales independientes del canal de Caciques (con una excepción), creados en los siglos XVIII, XIX y XX. Sus propietarios sostienen conflictos para mantener en estado las obras y a veces para repartirse el agua.

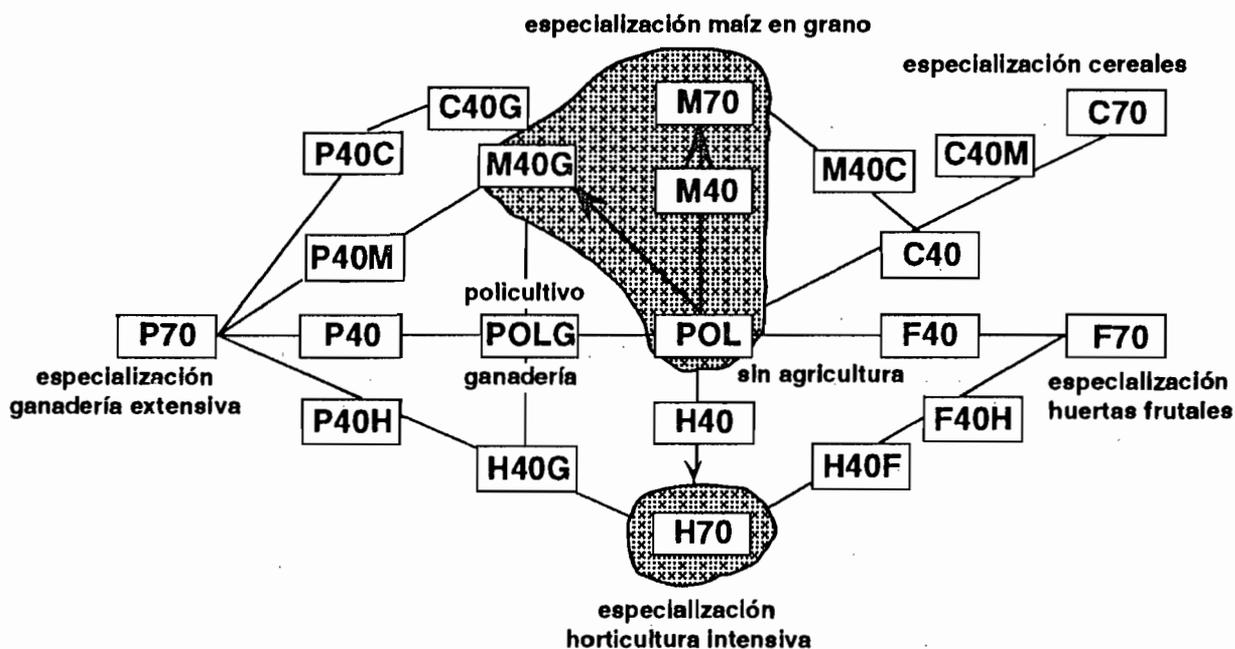
4. Representación sincrónica del sistema agrario regado de urcuqui

De manera general, los hacendados así como los campesinos se quejan de falta de agua y desearían obtener del organismo encargado del manejo del agua (INERHI) mayores caudales concedidos a las tomas, e incluso un nuevo proyecto de riego (transporte por un túnel de 12 km de largo de recursos exteriores a la ZARI).

Por otra parte, la historia de las redes muestra una cierta fragilidad en caso de desacuerdo sobre el manejo de los canales, que conduce a una crisis hidráulica y a una reducción importante de la eficiencia de transporte y de distribución de las aguas de riego por disminución de las actividades de mantenimiento.

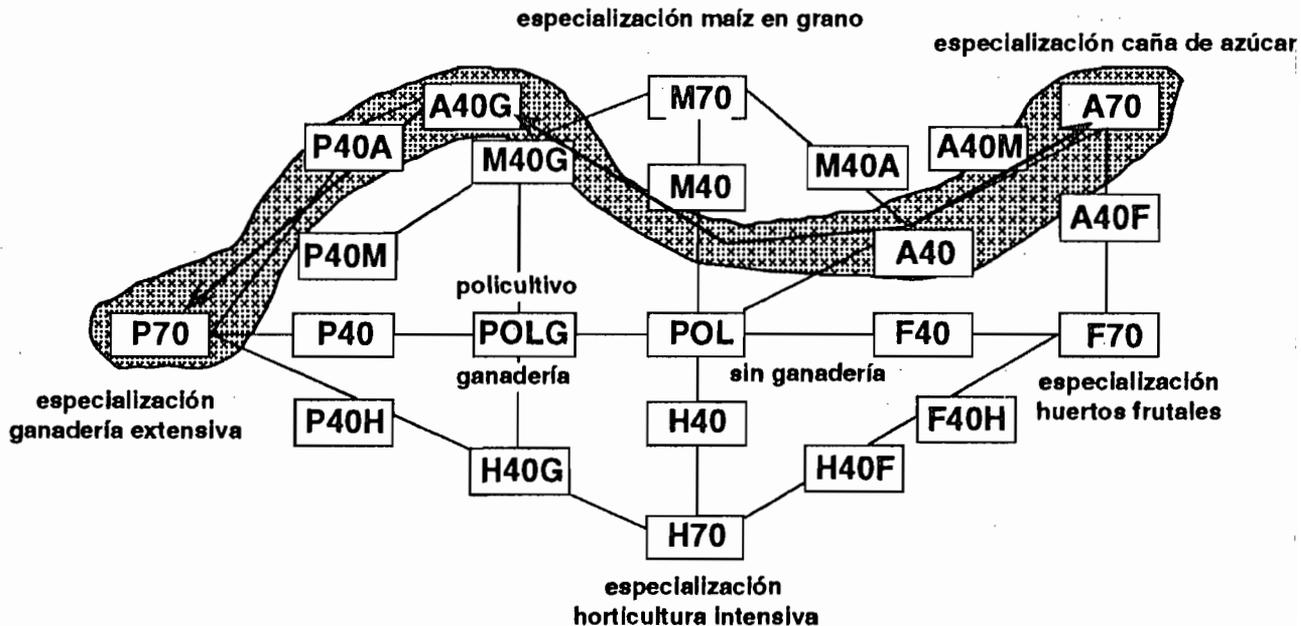
Los sistemas de producción de los campesinos del piso templado han evolucionado desde los años cincuenta hacia tres polos de especialización: el monocultivo extensivo de maíz en grano, base alimenticia tradicional en este piso, el maíz en grano asociado a la crianza de bovinos o porcinos, y un polo más intensivo en trabajo que asocia cultivos especulativos (horticultura, sucesión de maíz cosechado en mazorcas tiernas — choclo — y de fréjol) — ver esquema nº 1. La productividad es baja en términos de rendimiento, de ingreso por trabajo y de capital de explotación. Las compras recurrentes de víveres necesitan apelar al trabajo exterior a la agricultura (artesanía, migraciones temporales). A pesar del riego, existen riesgos, en particular en el plano agronómico (variedades, problemas fitosanitarios, control de la fertilización) y en el plano económico (tesorería, mercados). La situación coyuntural de las tasas de cambio entre la vecina Colombia y el Ecuador ha incrementado la especulación específicamente con el fréjol seco.

Las haciendas del piso subtropical se han especializado desde tiempos remotos en la producción azucarera artesanal (bloques de panela). El riego les era indispensable tanto para el cultivo como para la fuerza hidráulica que alimenta a los molinos de azúcar (trapiche). Parte de las haciendas mantuvieron esa actividad y actualmente enfrentan la competencia de las empresas agro-industriales de la Costa. La otra parte se dedicó progresivamente a la cría de bovinos lecheros en pastos regados. En este piso, el lugar de los campesinos es siempre reducido. Sin embargo, recientemente, algunas haciendas se han desmantelado en pequeños lotes debido a herencias, fenómeno que parece extenderse (ver esquema 2).



Esquema 1
Modelos de producción de las pequeñas explotaciones campesinas en el piso templado de la cuenca del Mira

El eje horizontal representa al trabajo - El eje vertical representa al capital.
C = cereales - H = horticultura - M = maíz - P = pastos - POL = policultivo - G = asociación con ganadería
70 = más del 70 % de la SAU - 40 = entre el 40 y el 70 % de la SAU



Esquema 2
Modelos de producción de las haciendas del piso subtropical en la cuenca del Mira

A = caña de azúcar - F = huertas frutales - H = horticultura - M = maíz - P = pastos - POL = policultivo
G = asociación con ganadería - 70 = más del 70 % de la SAU - 40 = entre el 40 y el 70 % de la SAU

Finalmente, las haciendas del piso frío practican la ganadería extensiva de altitud, utilizando dobles recursos forrajeros: pastos de altitud y pastizales regados en donde se ha podido crear una infraestructura. Una economía campesina de agricultura pluvial basada en la cebada y los tubérculos, es testimonio del antiguo sistema agrícola andino. Privados de los recursos de agua de la ZARI los campesinos solicitan concesiones de los canales existentes, en especial del de Cacicues.

5. Simulación de la crisis de agua en un modelo de urcuquí

El modelo utiliza la programación lineal de GAMS, *software* desarrollado por el Banco Interamericano de Reconstrucción y de Fomento (BIRD). Describe la economía de los tres pisos en base a 133 actividades básicas (producción, consumo, compras, ventas, intercambios de trabajo y riego) — ver anexo 2.

La matriz de los coeficientes técnicos fue constituida a partir de los datos estadísticos, de encuestas y de seguimientos realizados en Urcuquí y en la región norte del Ecuador (proyecto INERHI-ORSTOM). En el caso de algunas actividades, a falta de datos conocidos, se evaluaron valores a lo largo de la fase de calibración del modelo, la misma que consiste en obtener la situación actual en términos de rotación de cultivos, de intercambios, de ingresos, etc.

En base a las dotaciones concedidas vigentes en los tres pisos de la ZARI, se simuló el impacto del aumento y de la disminución de los caudales por niveles de 10 %, en las actividades y el ingreso agrícola neto. Los resultados están sintetizados en los cuadros del anexo 3 (nº 1 a 4) y los esquemas 3 a 6.

Los resultados de las simulaciones son los siguientes :

Se constata la baja sensibilidad de los ingresos en los pisos frío y templado a los cambios de dotación.

En el piso frío, las actividades pluviales son predominantes en todos los casos (ver evolución de la rotación de cultivos, esquema 4).

En el piso templado, lo esencial del ingreso agrícola está constituido por el autoconsumo, imposible de comprimir en el modelo.

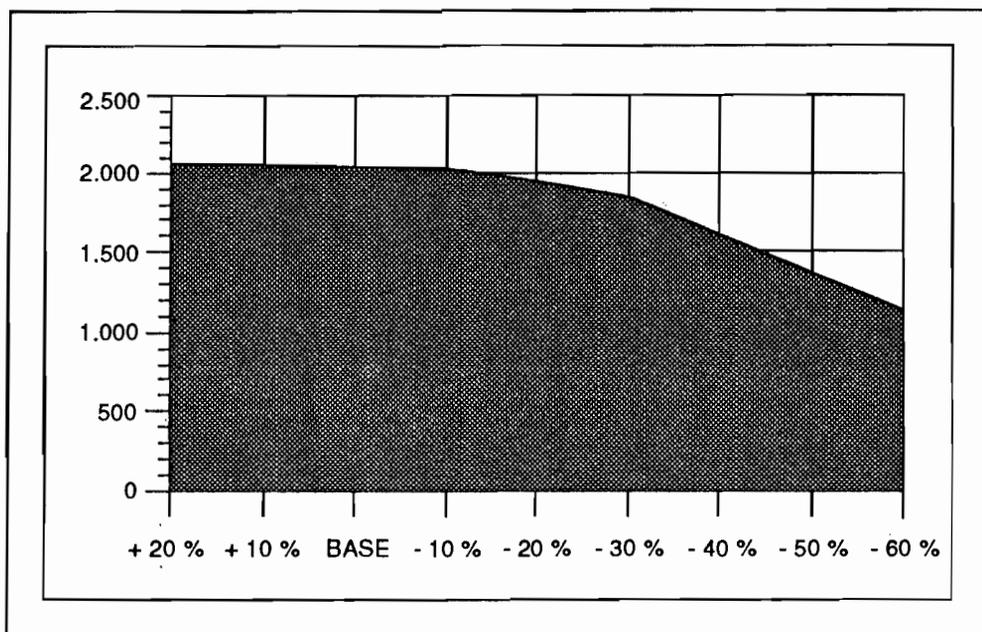
En el caso de crisis de las redes con pérdidas importantes de dotación (> 40 %), espacio pluvial y espacio regado coinciden en su orientación: maíz extensivo (más del 60 % de la SAU), con una ganadería familiar asociada, sobre todo porcina. Hay un retroceso en la economía de víveres, marcado en particular por un mayor número de jornadas de trabajo dedicado a la agricultura.

En el caso de una tensión menor en cuanto a las dotaciones, ligada por ejemplo a conflictos entre grupos de campesinos que determinan una incertidumbre en cuanto a los módulos de riego, se evita la especialización en el espacio regado combinando cultivos de víveres de autoconsumo, forrajes y cultivos especulativos. Esa orientación se realiza concentrando el trabajo en el espacio regado, relegando el espacio pluvial.

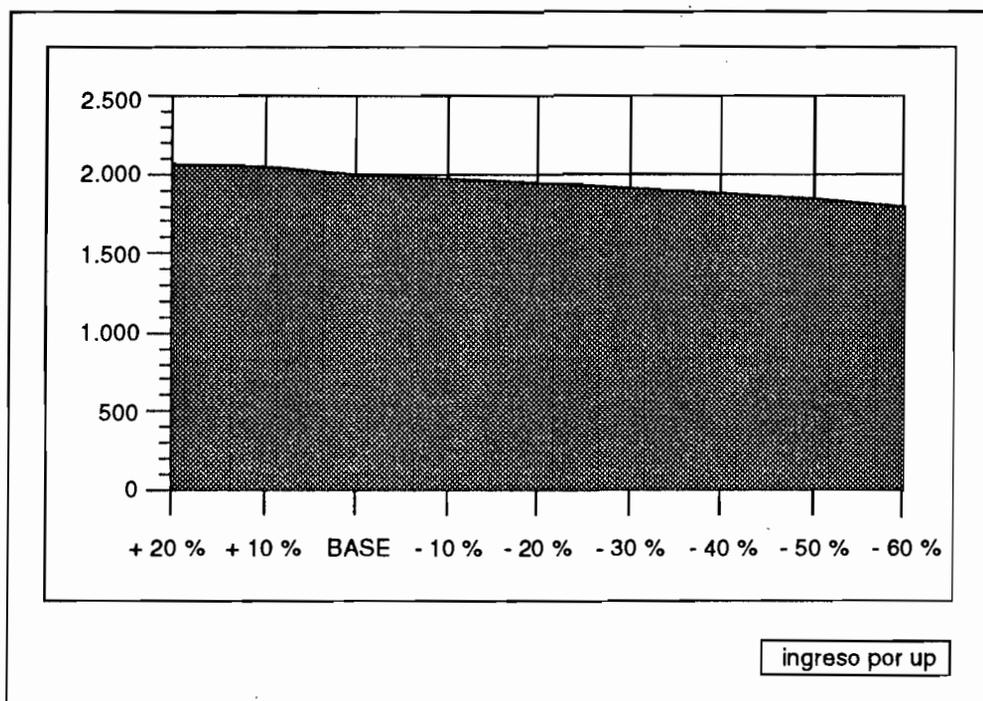
En caso de que la dotación se incremente por encima del nivel actual, se favorece el carácter extensivo del sistema: la reproducción alimentaria es nuevamente desplazada al espacio pluvial; las actividades especulativas son limitadas; la ganadería bovina y los pastos naturales en el espacio regado cobran gran importancia. El trabajo así liberado permite otras actividades fuera de la agricultura.

El aumento de la dotación no produce necesariamente una intensificación de la agricultura regada, sino su simplificación. Si bien el ingreso agrícola se mantiene estable, las actividades de intercambio económico disminuyen.

El manejo del agua a mediano plazo plantea problemas a nivel tanto de la aplicación del recurso en pastos naturales como de la distribución del recurso.

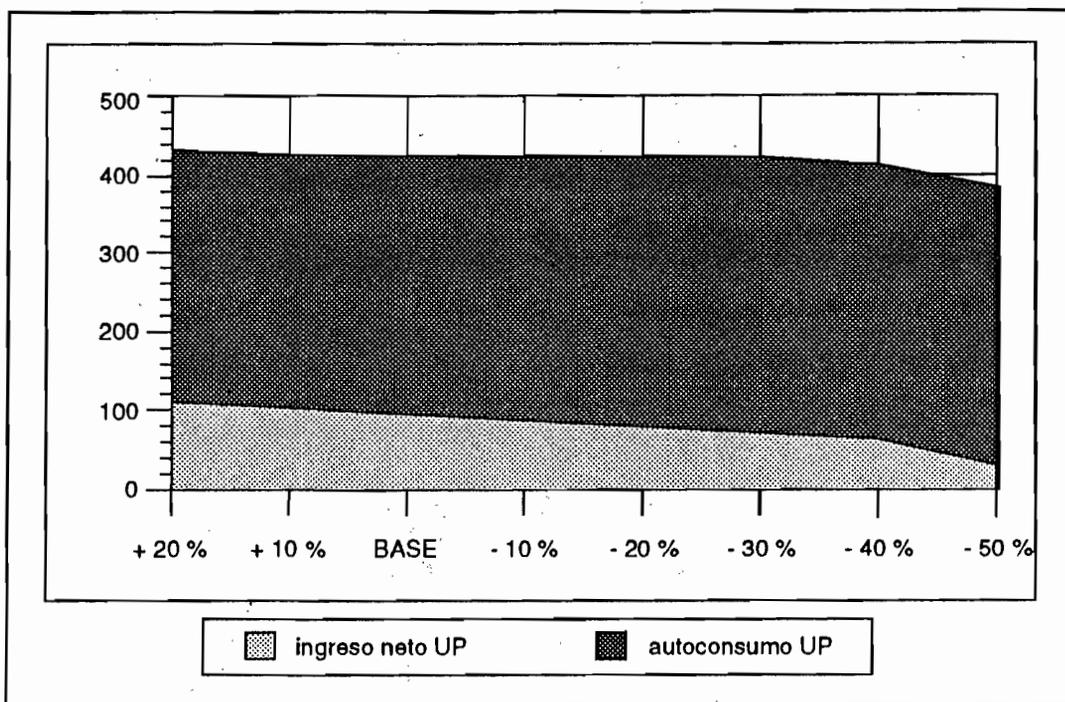


Esquema 3
Evolución del ingreso global agrícola (todos los pisos)
 unidad: miles de US dólares

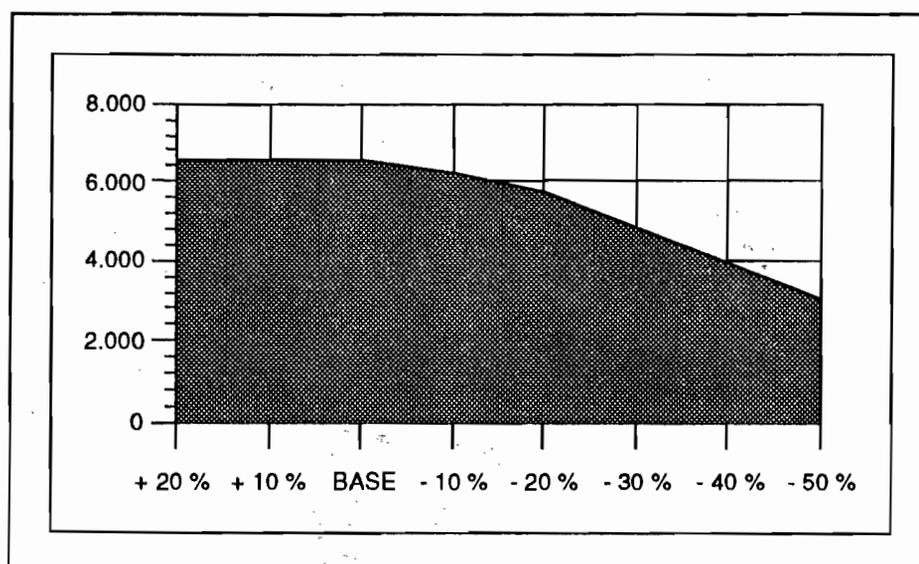


Esquema 4
Ingreso agrícola neto promedio por UPA en el piso frío (excluido el autoconsumo)
 unidad: US dólares

Nota: Este resultado promedio elevado está ligado a los altos ingresos de las haciendas ganaderas. Oculta la situación de las familias campesinas en condiciones de autosubsistencia, cuyos ingresos son comparables a los del piso templado.



Esquema 5
Ingreso agrícola neto promedio y autoconsumo por UPA en el piso templado
 unidad: US dólares

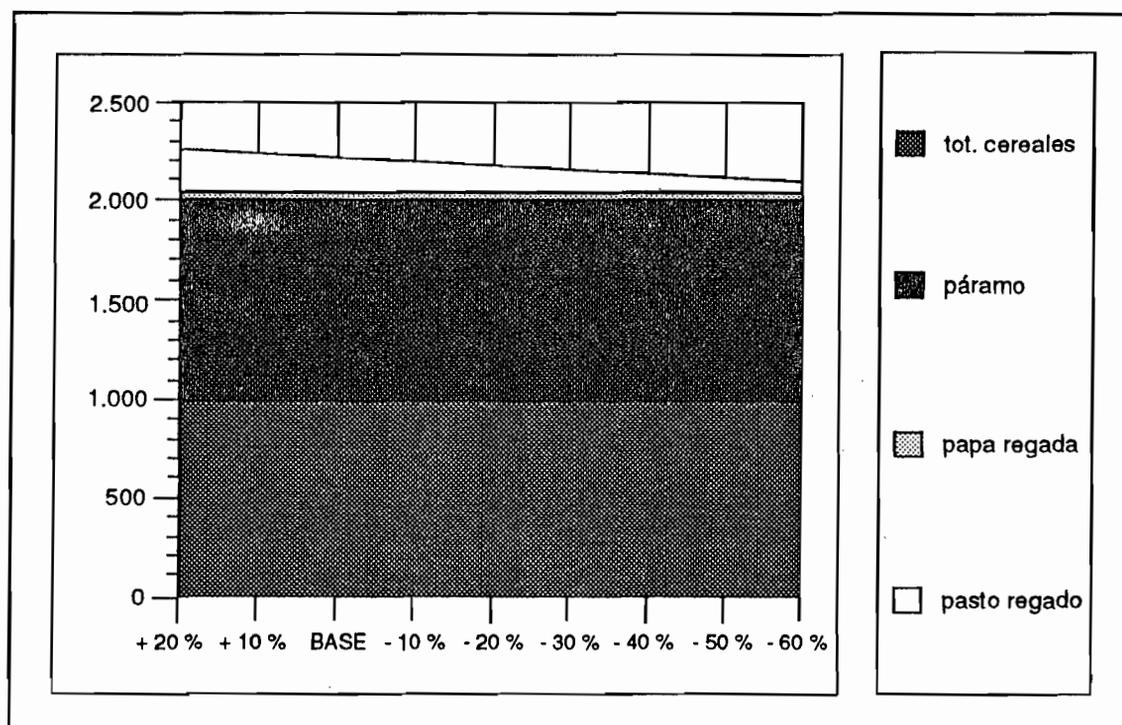


Esquema 6
Ingreso agrícola neto promedio por UPA en el piso subtropical
 unidad: US dólares

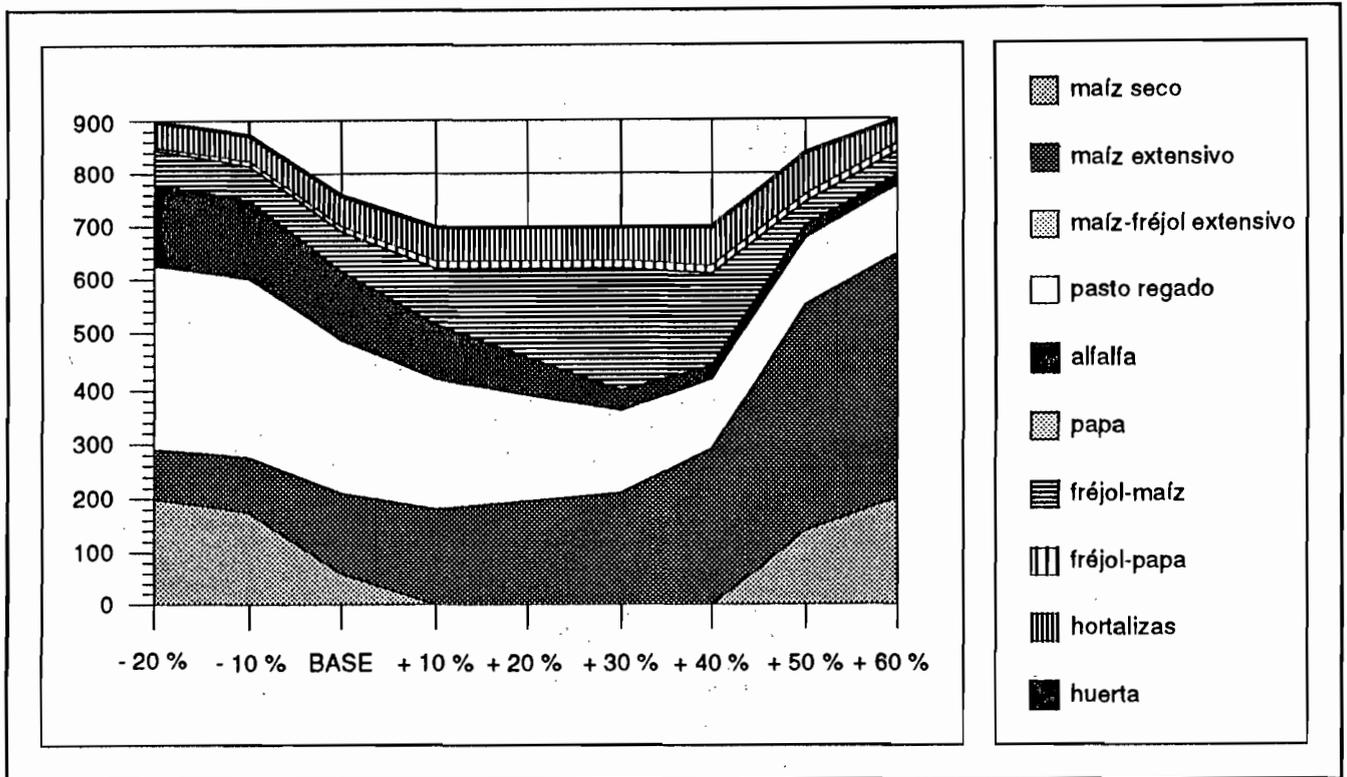
En todos los casos, existen riesgos importantes de pérdidas de cosecha en aproximadamente un tercio de la rotación de cultivos. Sin prejuzgar los riesgos económicos, riesgos hidráulicos y agronómicos pueden ser minimizados mediante una mayor eficiencia de la distribución: equidad de las dotaciones familiares, regulación de los módulos concedidos y disminución de las frecuencias.

Una simulación de la reducción de los riesgos en un 20 % mediante la disminución de las frecuencias de riego que requiere el establecimiento de un nuevo turno de agua, muestra una progresión de los cultivos especulativos, sobre todo la asociación maíz-frejol, una reducción de las actividades de ganadería al límite del autoconsumo y de la reproducción, y un incremento del ingreso neto en un 50 %, es decir una notable ganancia en tesorería.

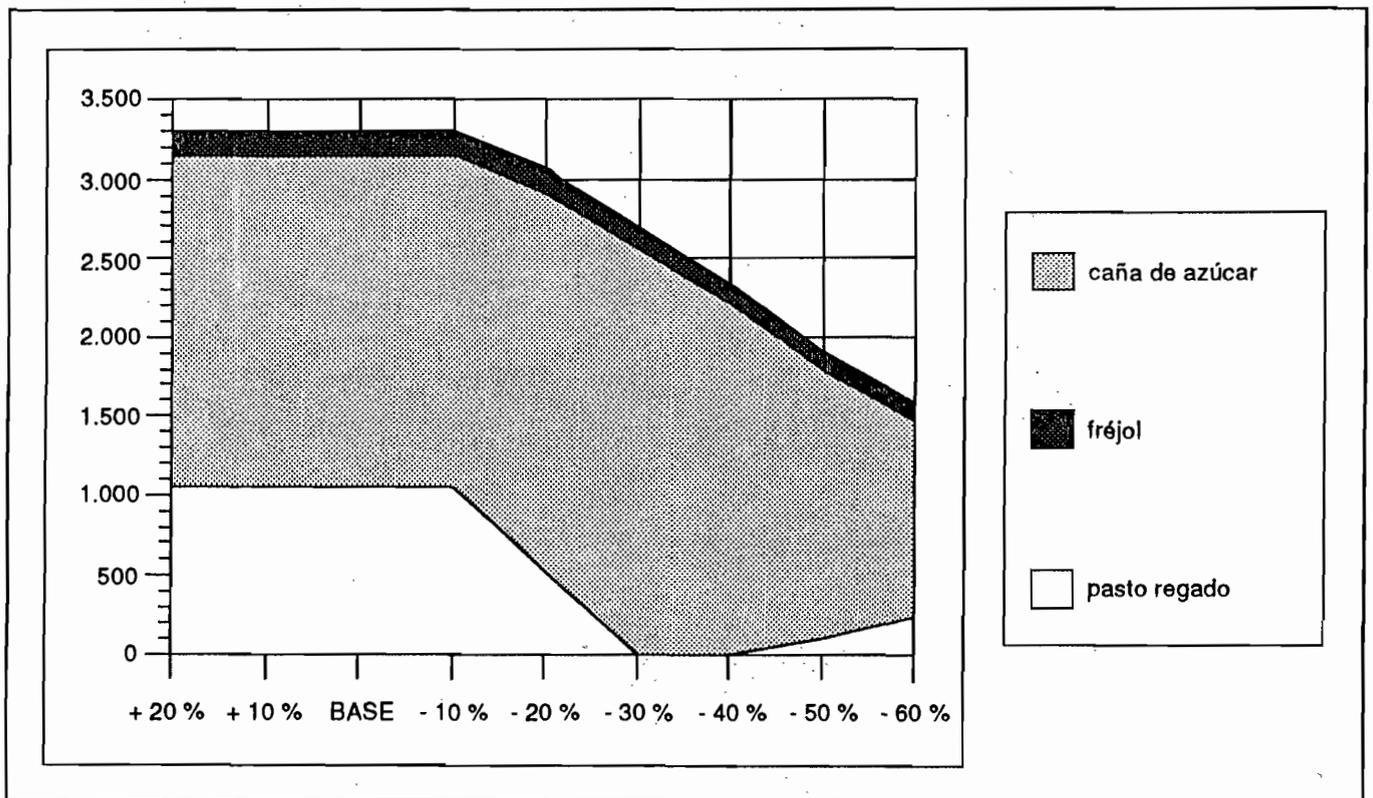
En el piso subtropical, la combinación de actividades en donde predominan la caña de azúcar (2/3) y el pastizal regado (1/3) no es sensible a variaciones de dotaciones entre + 20 % y - 20 %. Más allá de - 20 %, la baja del inicio de cultivos es proporcional al déficit y los pastos desaparecen rápidamente. El riesgo es bajo (aproximadamente el 10 % de la superficie es afectada). Esta situación permite considerar transferencias de dotación hacia sectores en dificultades.



Esquema 7
Evolución de la rotación de cultivos en el piso frío en función de las dotaciones de agua



Esquema 8
Evolución de la rotación de cultivos en el piso templado en función de las dotaciones de agua



Esquema 9
Evolución de la rotación de cultivos en el piso subtropical cálido en función de las dotaciones de agua

CONCLUSION

1. Un esfuerzo de investigacion y capacitacion

La modelización con GAMS representa grandes esperanzas para todos los agrónomos, economistas y personas interesadas en el análisis de sistemas agrarios y del impacto de los cambios en las condiciones de la agricultura de las zonas estudiadas.

Permite reflexionar mejor sobre los diferentes espacios y sistemas y posibilita una actualización y una revisión relativamente fáciles de las simulaciones.

En el Ecuador, el proyecto INERHI-ORSTOM piensa desarrollar otros modelos, en particular de las zonas densas de Tungurahua, partiendo siempre de los conocimientos adquiridos en la ZARI piloto de Santa Rosa-Pilahuín.

2. Los limites de la modelizacion

La construcción matemática de la programación lineal implica que las funciones de producción sean lineales. Fija el nivel de producción en función del factor más limitante: tierra, agua, capital, trabajo. La modelización es inevitablemente somera, pero permite, en el plano metodológico de la asignación de recursos, analizar de manera bastante clara las limitaciones impuestas a la producción por la disponibilidad de recursos. Sin embargo, como ya lo manifestamos, en caso de cambio del sistema agrario, de ruptura de las relaciones de producción, de cambio demográfico brutal, etc., se debe construir un nuevo modelo.

BIBLIOGRAFIA

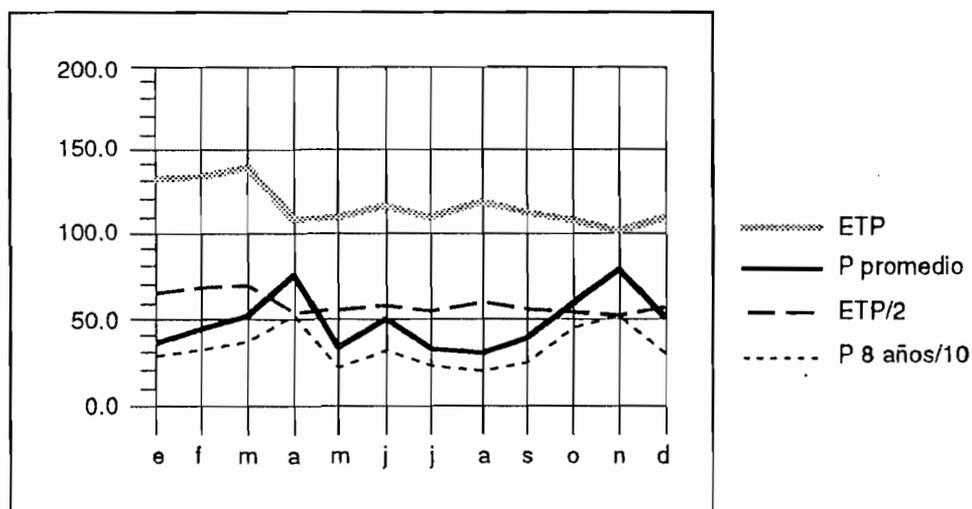
- BÉDOUCHA, G. (1984), *L'eau, l'amie du puissant*, Ed. Lhomond, Paris.
- BOSERUP, E. (1970), *Évolution agraire et pression démographique*, Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Paris, 222 p.
- BROOKE, A., KENDRICK, D., MEERAUS, A., (1988), *GAMS (General Algebraic Modeling System), a user's guide*, BIRD, The Scientific Press, Redwood City, USA, 289 p.
- ELLIS, F., (1988), *Peasant economy*, Wye college, Wye studies in agricultural and rural development.
- HUNT, D., (1979), Chayanov model of peasant household resource allocation, in *Journal of development studies*, vol. 15.
- KROEBER, A.L., (1948), *Anthropologie*, Brace & Co., Harcourt, New York.
- LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1987), *Méthodologie générale et détails des opérations du projet ORSTOM-INERHI*, INERHI/ORSTOM, Quito, 91 p. (esp., fr.).
- MAZOYER, M., (1985), *Rapport de synthèse du comité « Systèmes Agraires »*, Min. Recherche et Technologie, Paris, 16 p.
- LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1990), *Principaux problèmes du diagnostic sur les réseaux traditionnels andins en Équateur*, com. seminario « Manejo del agua y adecuación de las tecnologías en la región andina », Cajamarca, Perú, 21-26 de enero de 1990, 13 p. (esp., fr.).
- RUF, T., (1990), *Agricultures dans le bassin du Mira, essai sur une classification et une caractérisation des modèles de production andins*, documento de trabajo, proyecto INERHI-ORSTOM, Quito.
- WITTFOGEL, (1933, 1956 2^a edición), *Le despotisme asiatique*, Éditions de minuit, Paris.

ANEXO 1

	P promedio	P (8 años/10)	ETP mm mes	ETP/2	ETP mm día
enero	39.0	28.0	132.0	66.0	4.4
febrero	46.0	32.0	135.0	67.5	4.5
marzo	52.0	36.0	141.0	70.5	4.7
abril	75.0	52.0	108.0	54.0	3.6
mayo	33.0	23.0	111.0	55.5	3.7
junio	50.0	32.0	117.0	58.5	3.9
julio	34.0	24.0	111.0	55.5	3.7
agosto	32.0	20.0	120.0	60.0	4.0
septiembre	40.0	25.0	114.0	57.0	3.8
octubre	60.0	45.0	108.0	54.0	3.6
noviembre	80.0	52.0	105.0	52.5	3.5
diciembre	50.0	33.0	111.0	55.5	3.7
total	591.0	402.2	1413.0		

ETP calculada por el método de Hargreaves
(altitud de referencia : 2.000 m)

déficit hídrico anual: 822.00
 déficit hídrico promedio: 68.50
 déficit hídrico 8 años/10 : 1011.00
 déficit hídrico mensual 8/10 : 84.25



PROGRAMA BASICO de la ZARI d'URCUQUI (Cuenca del MIRA)
PROGRAMME de BASE de la ZARI d'URCUQUI (bassin du MIRA)

\$TITLE modelo urcuqui
 \$OFFUPPER
 OPTION LIMROW =120, ITERLIM =1000, RESLIM =15;
 * SABATIER J.L., RUF T.& LE GOULVEN P., juin 1991

SETS I
 * *ensemble de toutes les activites*
 * conjunto de todas las actividades

* *ensemble activites agri et elevage etage froid*
 * conjunto actividades agropecuarias piso frio

/ F-PARAMO, F-PNAT, F-PN-REG, F-TRIGO, F-CEBADA, F-PP-REG,
 F-BOVINO, F-PUERCO,
 F-PERDIDO, F-PERDIAN,
 F-SCULSEC, F-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage froid*

* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso frio

F-UP-FAM, F-POBLA, F-POB-FAM, F-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage froid*

* conjunto actividades intercambios alimenticios piso frio

F-CONS-CER, F-VENT-CER,
 F-COMP-ARR,
 F-CONS-PAP, F-VENT-PAP,
 F-CONS-LEC, F-VENT-LEC,
 F-CONS-CAR, F-VENT-CAR,

* *ensemble activites consommations intermediaires etage froid*

* conjunto actividades consumos intermediarios piso frio

F-DF-INT, F-DF-AFZ,
 F-ABON-N, F-ABON-P, F-ABON-K, F-FITOS,
 F-BUEYES, F-TRACTOR,

* *ensemble activites agri et elevage etage tempere*

* conjunto actividades agropecuarias piso templado

T-PN-REG, T-ALFALFA, T-MAIZ-SEC, T-MAIZ-OCT,
 T-MAIZ-JUI, T-FREJ-MAR, T-MAFR-OCT, T-PAPA-FEB,
 T-FRE-MAIZ, T-FRE-PAPA,
 T-HORTALIZ, T-HUERTA,
 T-BOVINO, T-PUERCO,
 T-PERDIDO, T-PERDIAN,
 T-SCULSEC, T-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage tempere*

* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso templado

T-UP-FAM, T-POBLA, T-POB-FAM, T-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage tempere*

* conjunto actividades intercambios alimenticios piso templado

T-CONS-CER, T-VENT-CER, T-CE-JFRIO,
T-CONS-CHO, T-VENT-CHO,
T-COMP-ARR,
T-CONS-PAP, T-VENT-PAP,
T-CONS-FRE, T-VENT-FRE,
T-CONS-LEG, T-VENT-LEG,
T-CONS-FRU, T-VENT-FRU,
T-CONS-LEC, T-VENT-LEC,
T-CONS-CAR, T-VENT-CAR,

* *ensemble activites consommations intermediaires etage tempere*

* conjunto actividades consumos intermediarios piso templado

T-DF-INT, T-DF-AFZ,
T-ABON-N, T-ABON-P, T-ABON-K, T-FITOS,
T-BUEYES, T-TRACTOR,

* *ensemble activites agri elevage etage chaud*

* conjunto actividades agropecuarias piso caliente

C-PN-REG, C-ALFALFA, C-CANA, C-MAIZ,
C-FREJOL, C-FRE-MAIZ,
C-HUERTA, C-HORTALIZ,
C-BOVINO,
C-PERDIDO, C-PERDIAN,
C-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage chaud*

* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso caliente

C-UP-FAM, C-POBLA, C-POB-FAM, C-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage chaud*

* conjunto actividades intercambios alimenticios piso caliente

C-CONS-CHO, C-VENT-CHO,
C-COMP-ARR, C-ARR-JEXT,
C-CONS-FRE, C-VENT-FRE,
C-VENT-CAN,
C-CONS-LEG, C-VENT-LEG,
C-CONS-FRU, C-VENT-FRU,
C-CONS-LEC, C-VENT-LEC,
C-CONS-CAR, C-VENT-CAR,

* *ensemble des activites consommations intermediaires etage chaud*

* conjunto de actividades consumos intermediarios piso caliente

C-DF-INT, C-DF-AFZ,
C-ABON-N, C-ABON-P, C-ABON-K, C-FITOS,
C-BUEYES, C-TRACTOR,

* *ensemble activites irrigation tous etages*

* conjunto actividades riego todos pisos

F-IRRI-INV, F-IRRI-VER,
T-IRRI-INV, T-IRRI-VER,
C-IRRI-INV, C-IRRI-VER,

* *ensemble echanges generaux journaliers entre etages*

* conjunto intercambios jornaleros entre pisos

F-VDJ-INT, F-VDJ-TEMP, F-VDJ-CALI,
T-VDJ-INT, T-VDJ-CALI,
C-VDJ-INT, C-CDJ-EXT/

J

* *ensemble de tous les inputs de la matrice finale*

* conjunto de todos los insumos de la matriz final

* *etage froid* piso frio

* *equations utilisation superficie agricole utile*

* ecuaciones uso superficie agricola util

/ F-HAPARAMO, F-HA-SECOS, F-HACULSEC,
F-HA-REGAD, F-HACULREG,

* *equations estimation risques par pertes hectares et unites animales*

* ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales

F-HAPERDID, F-UAPERDID,

* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

* ecuaciones demanda en aguas en invierno y en verano

F-M3-INV, F-M3-VER,

* *equations calcul populations*

* ecuaciones calculo poblaciones

F-NUM-UP, F-HOMBRES, F-EQ-JOR, F-HOM-FAM,

* *equations calcul journees travail paysans et journaliers*

* ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros

F-DIAS-FAM, F-DIAS-PAG,

* *equations besoins en intrants agricoles*

* ecuaciones necesidades en insumos agricolas

F-HORA-MEC, F-HORA-YUN,
F-KG-N, F-KG-P, F-KG-K, F-USD-FITO,

* *equations calcul des productions agricoles et fourrageres*

* ecuaciones calculo de producciones agricolas y forrajeras

F-UNID-FOR,
F-PRO-CER, F-PRO-PAPA, F-PRO-LECH, F-PRO-CARN,

* *etage tempere* piso templado

* *equations utilisation superficie agricole utile*

* ecuaciones uso superficie agricola util

T-HA-SECOS, T-HACULSEC, T-HA-REGAD, T-HACULREG,

* *equations estimation risques avec pertes hectares et unites animales*

* ecuaciones estimacion riesgos con perdidas hectareas y unidades animales

T-HAPERDID, T-UAPERDID,

* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

* ecuaciones demanda en agua en invierno y en verano

T-M3-INV, T-M3-VER,

* *equations calcul populations*

* ecuaciones calculo poblaciones

T-NUM-UP, T-HOMBRES, T-EQ-JOR, T-HOM-FAM,

* *equations calcul journees travail paysans et journaliers*

* ecuaciones calculo dias trabajo campesinos y jornaleros

T-DIAS-FAM, T-DIAS-PAG,

* *equations calculs intrants agricoles divers*

* ecuaciones calculo varios insumos agricolas

T-HORA-MEC, T-HORA-YUN,

T-KG-N, T-KG-P, T-KG-K, T-USD-FITO,

* *equations production fourragere et contrainte minimum prairie*

* ecuaciones produccion forrajera y limite minimo pasto

T-UNID-FOR, T-HAPARC,

* *equations productions agricoles*

* ecuaciones produccion agricola

T-PRO-CER, T-PRO-PAPA,

T-PRO-CHOC,

T-PRO-FRE, T-PRO-LEG, T-PRO-FRU,

T-PRO-LECH, T-PRO-CARN,

* *etage chaud* piso caliente

* *equations utilisation superficie agricole utile*

* ecuaciones uso superficie agricola util

C-HA-REGAD, C-HACULREG,

* *equations estimation risques par perte hectares et unites animales*

* ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales

C-HAPERDID, C-UAPERDID,

* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

* ecuaciones demanda en aguas por invierno y verano

C-M3-INV, C-M3-VER,

* *equations calcul populations*

* ecuaciones calculo poblaciones

C-NUM-UP, C-HOMBRES, C-EQ-JOR, C-HOM-FAM,

- * *equations calculs journees travail paysans et journaliers*
- * ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros
C-DIAS-FAM, C-DIAS-PAG,

- * *equations calcul intrants agricoles divers*
- * ecuaciones calculo varios insumos agricolas
C-HORA-MEC, C-HORA-YUN,
C-KG-N, C-KG-P, C-KG-K, C-USD-FITO,

- * *equations calcul production fourragere et contrainte prairie mini*
- * ecuaciones calculo produccion forrajera y limite minimo pasto
C-UNID-FOR, C-HAPARC,

- * *equations calcul productions agricoles*
- * ecuaciones calculo producciones agricolas
C-PRO-CHOC, C-PRO-FRE, C-PRO-CANA,
C-PRO-LEG, C-PRO-FRU,
C-PRO-LECH, C-PRO-CARN,

- * *ensemble bilans echanges equilibres*
- * conjunto balances intercambios equilibrios

- * *etage froid* piso frio

- * *bilans de travail*
- * balances de trabajo
F-EQ-WFAM, F-LIM-WF, F-EQ-WJOR, F-LIM-VDJE,

- * *bilans alimentaires*
- * balances alimenticios
F-KGARR-CO, F-BAL-CER,
F-BAL-PAPA,
F-BAL-LEC, F-BAL-CAR,

- * *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*
- * balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego
F-RIEGO-IN, F-RIEGO-VE,

- * *etage tempere* piso templado

- * *bilans de travail*
- * balances de trabajo
T-EQ-WFAM, T-LIM-WF, T-EQ-WJOR, T-LIM-VDJE,

- * *bilans alimentaires*
- * balances alimenticios
T-KGARR-CO, T-KGCE-JE,
T-BAL-CER, T-BAL-CHO,
T-BAL-PAPA,
T-BAL-FRE,
T-BAL-LEG, T-BAL-FRU,
T-BAL-LEC, T-BAL-CAR,

* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

* *balances hidricos demanda inferior oferta en agua sistemas de riego*

T-RIEGO-IN, T-RIEGO-VE,

* *etage chaud piso caliente*

* *bilans de travail*

* *balances de trabajo*

C-EQ-WFAM, C-LIM-WF, C-EQ-WJOR, C-LIM-CDJ,

* *bilans alimentaires*

* *balances alimenticios*

C-KGARR-CO, C-KGARR-JE, C-BAL-CER,

C-BAL-FRE,

C-BAL-LEG, C-BAL-FRU,

C-BAL-LEC, C-BAL-CAR,

* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

* *balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego*

C-RIEGO-IN, C-RIEGO-VE / ;

* *fin de la declaration des activites et des inputs de la matrice finale*

* *fin de la declaracion de las actividades y insumos de la matriz final*

- * debut entree des donnees techniques et des regles et bilans
- * par sous matrices successives que le programme utilise pour
- * construire la matrice generale du modele
- * rappel les activites et inputs sont codes avec une lettre place en tete
- * etage froid avec un F etage tempere avec un T etage chaud avec un C

- * principio entrada de datos tecnicos y de las reglas y balances
- * por submatrices sucesivas que el programa usa para contruir la
- * matriz general del modelo
- * recuerda las actividades y insumos son codificados con una letra
- * a principio
- * piso frio con un F piso templado con un T piso caliente con un C

- * liste des tableaux
- * lista de los marcos

TABLE FRI01 (*, *)

- * activites agri elevage et inputs correspondants
- * actividades agropecuarias e insumos correspondientes

	F-SCULSEC	F-SCULREG						
F-HA-SECOS	-1							
F-HA-REGAD			-1					
F-HACULSEC	1							
F-HACULREG			1					
F-DIAS-FAM			5					
F-DIAS-PAG			5					
		F-PNAT	F-PN-REG	F-TRIGO	F-CEBADA	F-PP-REG	F-BOVINO	F-PARAMO
F-HAPARAMO								1
F-HA-SECOS	1			1	1			
F-HA-REGAD			1			1		
F-HAPERDID	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.8		
F-UAPERDID							-0.3	
F-M3-INV		1260				350		
F-M3-VER		1240				410		
F-DIAS-FAM	1	1	35	30	100		3	0.1
F-DIAS-PAG	3	10	15	10	40		7	1
F-HORA-MEC			2	2	2			
F-HORA-YUN			1	1	4		-70	
F-KG-N			10	5	65			
F-KG-P			30	15	120			
F-KG-K			10	5	75			
F-USD-FITO						100		
F-UNID-FOR	-500	-1900	-380	-350			1900	-200
F-PRO-CER			-950	-850				
F-PRO-PAPA					-5000			
F-PRO-LECH							-500	
F-PRO-CARN							-150	
		F-PERDIDO	F-PERDIAN					
F-HAPERDID		1						

F-UAPERDID

1

+	F-PUERCO	F-UP-FAM	F-POBLA	F-POB-FAM	F-POB-JOR
F-NUM-UP		1			
F-HOMBRES			1		
F-EQ-JOR		5	-1		5
F-HOM-FAM		-5		1	
F-DIAS-FAM	38				
F-UNID-FOR	600				
F-PRO-PAPA	300				
F-PRO-CARN	-100				

TABLE TEMP1 (*, *)

* *activites agri elevage et inputs correspondants*
 * *actividades agropecuarias e insumos correspondientes*

	T-SCULSEC	T-SCULREG
T-HA-SECOS	-1	
T-HA-REGAD		-1
T-HACULSEC	1	
T-HACULREG		1
T-DIAS-FAM		7
T-DIAS-PAG		7

+	T-PN-REG	T-ALFALFA	T-MAIZ-OCT	T-MAIZ-JUI	T-FREJ-MAR
T-HA-REGAD	1	1	1	1	1
T-HAPERDID	-0.1	-0.5	-0.1	-0.3	-0.4
T-M3-INV	360	2950	630	380	400
T-M3-VER	3830	7000	0	1330	1250
T-DIAS-FAM	10	65	40	45	55
T-DIAS-PAG	5	85	15	20	20
T-HORA-MEC	0.1	0.5	2	2	2
T-HORA-YUN	0	0	1	2	2
T-KG-N	10	0	0	15	20
T-KG-P	0	15	0	5	5
T-KG-K	0	10	0	5	10
T-USD-FITO					30
T-UNID-FOR	-1800	-4600	-300	-200	-300
T-HAPARC	-1				
T-PRO-CER			-1200	-200	0
T-PRO-CHOC				-1800	0
T-PRO-FRE					-800

+	T-MAFR-OCT	T-PAPA-FEB	T-MAIZ-SEC
T-HA-SECOS			1
T-HA-REGAD	1	1	
T-HAPERDID	-0.2	-0.8	-0.5
T-M3-INV	360	680	
T-M3-VER	730	910	
T-DIAS-FAM	45	60	35
T-DIAS-PAG	20	60	10
T-HORA-MEC	2	6	2
T-HORA-YUN	2	8	1
T-KG-N	95	20	
T-KG-P	20	60	
T-KG-K	5	20	
T-USD-FITO	20	60	
T-UNID-FOR	-300	0	-150
T-PRO-CER			-450
T-PRO-CHOC	-1400	0	
T-PRO-PAPA	0	-6000	
T-PRO-FRE	-200		

+	T-FRE-MAIZ	T-FRE-PAPA
T-HA-REGAD	1	1
T-HAPERDID	-0.6	-0.7
T-M3-INV	1080	940
T-M3-VER	2270	2470
T-DIAS-FAM	65	65
T-DIAS-PAG	50	105
T-HORA-MEC	6	8
T-HORA-YUN	4	10
T-KG-N	35	85
T-KG-P	10	125
T-KG-K	35	85
T-USD-FITO	50	90
T-UNID-FOR	-400	-200
T-PRO-CHOC	-2200	
T-PRO-PAPA		-6000
T-PRO-FRE	-800	-600

+	T-HUERTA	T-HORTALIZ	T-BOVINO	T-PUERCO
T-HA-REGAD	1	1		
T-HAPERDID	-0.5	-0.8		
T-UAPERDID			-0.2	-0.2
T-M3-INV	2000	3500		
T-M3-VER	5000	6000		
T-HOMBRES				
T-DIAS-FAM	120	200	5	38
T-DIAS-PAG	40	300	1	
T-HORA-MEC	2	12	0	
T-HORA-YUN	2	12	-50	
T-KG-N	80	200		
T-KG-P	50	150		
T-KG-K	30	100		
T-USD-FITO	50	250		
T-UNID-FOR	-600	-100	2100	500
T-HAPARC			0.5	0.125
T-PRO-CER	-100			50
T-PRO-CHOC	-100			250
T-PRO-PAPA				150
T-PRO-LEG	-1000	-10000		
T-PRO-FRU	-5000			
T-PRO-LECH			-1000	
T-PRO-CARN			-80	-120

+	T-PERDIDO	T-PERDIAN
T-HAPERDID	1	
T-UAPERDID		1

+	T-UP-FAM	T-POBLA	T-POB-FAM	T-POB-JOR
T-NUM-UP	1			
T-HOMBRES		1		
T-EQ-JOR	5	-1		5
T-HOM-FAM	-5		1	

	+	C-UP-FAM	C-POBLA	C-POB-FAM	C-POB-JOR
C-NUM-UP		1			
C-HOMBRES			1		
C-EQ-JOR		5	-1		5
C-HOM-FAM		-5		1	

TABLE FRIO2 (*, *)

* *activites echanges alimentaires et inputs*

* actividades intercambios alimenticios e insumos

		F-CONS-CER	F-VENT-CER		
F-PRO-CER		1	1		
	+	F-CONS-PAP	F-VENT-PAP		
F-PRO-PAPA		1	1		
	+	F-CONS-LEC	F-VENT-LEC	F-CONS-CAR	F-VENT-CAR
F-PRO-LECH		1	1		
F-PRO-CARN				1	1

TABLE TEMP2 (*, *)

* *activites echanges alimentaires et inputs*

* actividades intercambios alimenticios e insumos

		T-CONS-CER	T-VENT-CER	T-CE-JFRIO	
T-PRO-CER		1	1	1	
	+	T-CONS-CHO	T-VENT-CHO		
T-PRO-CHOC		1	1		
	+	T-CONS-PAP	T-VENT-PAP		
T-PRO-PAPA		1	1		
	+	T-CONS-FRE	T-VENT-FRE		
T-PRO-FRE		1	1		
	+	T-CONS-LEG	T-VENT-LEG		
T-PRO-LEG		1	1		
	+	T-CONS-FRU	T-VENT-FRU		
T-PRO-FRU		1	1		
	+	T-CONS-LEC	T-VENT-LEC	T-CONS-CAR	T-VENT-CAR
T-PRO-LECH		1	1		
T-PRO-CARN				1	1

TABLE CALI2 (*, *)

* *activites echanges alimentaires et inputs*
 * actividades intercambios alimenticios e insumos

	C-CONS-CHO	C-VENT-CHO		
C-PRO-CHOC	1	1		
+	C-CONS-FRE	C-VENT-FRE	C-VENT-CAN	
C-PRO-FRE	1	1		
C-PRO-CANA			1	
+	C-CONS-LEG	C-VENT-LEG	C-CONS-FRU	C-VENT-FRU
C-PRO-LEG	1	1		
C-PRO-FRU			1	1
+	C-CONS-LEC	C-VENT-LEC	C-CONS-CAR	C-VENT-CAR
C-PRO-LECH	1	1		
C-PRO-CARN			1	1 ;

TABLE FRI03 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * actividades consumos intermediarios e insumos

	F-DF-INT	F-VDJ-INT		
F-DIAS-FAM	-1			
F-DIAS-PAG		-1		
+	F-ABON-N	F-ABON-P	F-ABON-K	F-FITOS
F-KG-N	-1			
F-KG-P		-1		
F-KG-K			-1	
F-USD-FITO				-1
+	F-BUEYES	F-TRACTOR		
F-DIAS-FAM	10			
F-DIAS-PAG	10			
F-HORA-MEC		-1		
F-HORA-YUN	-100			
F-UNID-FOR	2000			;

TABLE TEMP3 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * actividades consumos intermediarios e insumos

	T-DF-INT	T-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	
T-DIAS-FAM	-1			
T-DIAS-PAG		-1	-1	
+	T-ABON-N	T-ABON-P	T-ABON-K	T-FITOS
T-KG-N	-1			
T-KG-P		-1		
T-KG-K			-1	
T-USD-FITO				-1

+	T-BUEYES	T-TRACTOR
T-DIAS-FAM	10	
T-DIAS-PAG	5	
T-HORA-MEC		-1
T-HORA-YUN	-100	
T-UNID-FOR	2000	

TABLE CALI3 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * *actividades consumos intermediarios e insumos*

	C-DF-INT	C-VDJ-INT	F-VDJ-CALI	T-VDJ-CALI	C-CDJ-EXT
C-DIAS-FAM	-1				
C-DIAS-PAG		-1	-1	-1	-1

+	C-ABON-N	C-ABON-P	C-ABON-K	C-FITOS
C-KG-N	-1			
C-KG-P		-1		
C-KG-K			-1	
C-USD-FITO				-1

+	C-BUEYES	C-TRACTOR
C-DIAS-FAM	3	
C-DIAS-PAG	17	
C-HORA-MEC		-1
C-HORA-YUN	-100	
C-UNID-FOR	2000	

TABLE FRIO4 (*, *)

* *equilibres etage froid*
 * *equilibrios piso frio*

	F-POB-FAM	F-DF-INT	F-DF-AFZ
F-EQ-WFAM	-90	1	1
F-BAL-CER			-4
F-LIM-WF		-1	1

+	F-POB-JOR	F-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	F-VDJ-CALI
F-EQ-WJOR	-300	1	1	1
F-LIM-VDJE		-2	1	1
F-BAL-CER			-3	-3

+	F-CONS-CER	F-COMP-ARR
F-KGARR-CO		-1
F-BAL-CER	-1	-1

+	F-CONS-PAP
F-BAL-PAPA	-1

+	F-CONS-LEC	F-CONS-CAR
F-BAL-LEC	-1	
F-BAL-CAR		-1

+	F-POBLA
F-KGARR-CO	40
F-BAL-CER	120
F-BAL-PAPA	180
F-BAL-LEC	100
F-BAL-CAR	10

TABLE TEMP4 (*, *)
 * *equilibres etage tempere*
 * *equilibrios piso templado*

	T-POB-FAM	T-DF-INT	T-DF-AFZ
T-EQ-WFAM	-80	1	1
T-BAL-CER			-4
T-LIM-WF		-1	1

+	T-POB-JOR	T-VDJ-INT	T-VDJ-CALI	F-VDJ-TEMP	T-CE-JFRIO
T-EQ-WJOR	-300	1	1		
T-LIM-VDJE		-2	1		
T-BAL-CER			-3		
T-KGCE-JE				3	-1

+	T-CONS-CER	T-COMP-ARR	T-CONS-PAP
T-KGARR-CO		-1	
T-BAL-CER	-1	-1	
T-BAL-PAPA			-1

+	T-CONS-FRE	T-CONS-LEG	T-CONS-FRU	T-CONS-LEC	T-CONS-CAR
T-BAL-FRE	-1				
T-BAL-LEG		-1			
T-BAL-FRU			-1		
T-BAL-LEC				-1	
T-BAL-CAR					-1

+	T-POBLA
T-KGARR-CO	50
T-BAL-CER	200
T-BAL-PAPA	10
T-BAL-FRE	10
T-BAL-LEG	10
T-BAL-FRU	10
T-BAL-LEC	50
T-BAL-CAR	20

TABLE CIRRI (*, *)
 * demande en eau etage chaud
 * demanda en agua piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-M3-INV	-1	
C-M3-VER		-1

TABLE FEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage froid
 * limite demanda oferta piso frio

	F-IRRI-INV	F-IRRI-VER
F-RIEGO-IN	1	
F-RIEGO-VE		1 ;

TABLE TEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage tempere
 * limite demanda oderta piso templado

	T-IRRI-INV	T-IRRI-VER
T-RIEGO-IN	1	
T-RIEGO-VE		1 ;

TABLE CEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage chaud
 * limite demanda oferta piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-RIEGO-IN	1	
C-RIEGO-VE		1 ;

* fin de la declaration des donnees techniques sous forme matricielle intermediaire
 * fin de la declaracion de los datos tecnicos bajo forma matricial intermediaria

* declaration et construction de la matrice finale appelee resul
 * declaracion y construccion de la matriz final llamada resul

PARAMETER RESUL (J, I) ;

RESUL (J, I) = FRI01 (J, I) +FRI02 (J, I) +FRI03 (J, I) +FRI04 (J, I)
 +TEMP1 (J, I) +TEMP2 (J, I) +TEMP3 (J, I) +TEMP4 (J, I)
 +CALI1 (J, I) +CALI2 (J, I) +CALI3 (J, I) +CALI4 (J, I)
 +FIRRI (J, I) +FEIRRI (J, I)
 +TIRRI (J, I) +TEIRRI (J, I)
 +CIRRI (J, I) +CEIRRI (J, I) ;

- * *declaration de parametres quantitatifs nommes scalars*
- * *declaracion de parametros cantitativos llamados scalars*

```
SCALARS  FPOBLA, FUP, FBINF, FQTCONC, FSUPSEC, FPARAMO, FCPERD  
          TPOBLA, TUP, TBINF, TQTCONC, TSUPSEC, TUPERD  
          CPOBLA, CUP, CDJ, CBINF, CQTCONC, CCPERD
```

- * *valeurs des parametres dont certains seront variables des simulations*
- * *valores de los parametros cuyos algunos seran factores de simulaciones*

```
FUP=100;  
FPOBLA=1000;  
FBINF=500;  
FQTCONC=50;  
FSUPSEC=1000;  
FPARAMO=1000;  
FCPERD=0.3;
```

```
TUP=225;  
TPOBLA=3000;  
TBINF=700;  
TSUPSEC=200;  
TQTCONC=400;  
TUPERD=0.4;
```

```
CUP=300;  
CPOBLA=2000;  
CDJ=1;  
CBINF=3300;  
CQTCONC=2100;  
CCPERD=0.5;
```

- * *ordre apparition matrice generale dans le listing de resultats*
- * *orden aparicion matriz general en la lista de resultados*

```
DISPLAY  RESUL;
```

* *definition des coefficients techniques ct pour les seconds termes des*
* *equations somme xi =<> ct cas general ct est nul*

* *definicion de los coeficientes tecnicos ct para los segundos terminos*
* *de las ecuaciones suma xi =<> ct caso general ct es zero*

PARAMETER CT(J);

```
CT(J) = 0;
CT('F-HAPARAMO') = FPARAMO ;
CT('F-HACULSEC') = FSUPSEC ;
CT('F-HACULREG') = FBINF ;
CT('F-NUM-UP') = FUP ;
CT('F-HOMBRES') = FPOBLA ;
CT('F-RIEGO-IN') = (FCPERD*FQTCONC*86.4)*182.5;
CT('F-RIEGO-VE') = CT('F-RIEGO-IN');
CT('T-HACULSEC') = TSUPSEC ;
CT('T-HACULREG') = TBINF ;
CT('T-NUM-UP') = TUP ;
CT('T-HOMBRES') = TPOBLA ;
CT('T-RIEGO-IN') = (TCPERD*TQTCONC*86.4)*182.5;
CT('T-RIEGO-VE') = CT('T-RIEGO-IN');
CT('C-HACULREG') = CBINF ;
CT('C-NUM-UP') = CUP ;
CT('C-HOMBRES') = CPOBLA ;
CT('C-LIM-CDJ') = CDJ*CPOBLA*50;
CT('C-RIEGO-IN') = (CCPERD*CQTCONC*86.4)*182.5;
CT('C-RIEGO-VE') = CT('C-RIEGO-IN');
```

* *definition du vecteur economique objet affectant a chaque activite*
* *un cout ou un prix (en negatif) exprime en dollars us*

* *definicion del vector economico objet dando a cada actividad un*
* *costo o un precio (en negativo) en dolares usa*

PARAMETER	OBJET(I)	T-MAFR-OCT	55	C-PN-REG	45
/F-PARAMO	0	T-PAPA-FEB	75	C-ALFALFA	80
F-PNAT	3	T-FRE-MAIZ	85	C-CANA	45
F-PN-REG	20	T-FRE-PAPA	140	C-MAIZ	25
F-TRIGO	30	T-HORTALIZ	300	C-FREJOL	15
F-CEBADA	30	T-HUERTA	300	C-FRE-MAIZ	40
F-PP-REG	100	T-BOVINO	5	C-HUERTA	450
F-BOVINO	2	T-PUERCO	40	C-HORTALIZ	270
F-PUERCO	36	T-UP-FAM	0	C-BOVINO	20
F-UP-FAM	0	T-POBLA	0	C-UP-FAM	0
F-POBLA	0	T-POB-FAM	0	C-POBLA	0
F-POB-FAM	0	T-POB-JOR	0	C-POB-FAM	0
F-POB-JOR	0	T-CONS-CER	0	C-POB-JOR	0
F-CONS-CER	0	T-CE-JFRIO	0	C-CONS-CHO	0
F-VENT-CER	-0.25	T-VENT-CER	-0.25	C-VENT-CHO	-0.15
F-COMP-ARR	0.35	T-CONS-CHO	0	C-COMP-ARR	0.35
F-CONS-PAP	0	T-VENT-CHO	-0.15	C-ARR-JEXT	0.35
F-VENT-PAP	-0.10	T-COMP-ARR	0.35	C-CONS-FRE	0
F-CONS-LEC	0	T-CONS-PAP	0	C-VENT-FRE	-0.37
F-VENT-LEC	-0.20	T-VENT-PAP	-0.10	C-VENT-CAN	-0.015
F-CONS-CAR	0	T-CONS-FRE	0	C-CONS-LEG	0
F-VENT-CAR	-1.5	T-VENT-FRE	-0.37	C-VENT-LEG	-0.15
F-DF-INT	0	T-CONS-LEG	0	C-CONS-FRU	0
F-DF-AFZ	0	T-VENT-LEG	-0.15	C-VENT-FRU	-0.10
F-YDJ-INT	0	T-CONS-FRU	0	C-CONS-LEC	0
F-YDJ-TEMP	0	T-VENT-FRU	-0.10	C-VENT-LEC	-0.2
F-YDJ-CALI	0	T-CONS-LEC	0	C-CONS-CAR	0
F-ABON-N	0.4	T-VENT-LEC	-0.20	C-VENT-CAR	-1.5
F-ABON-P	0.4	T-CONS-CAR	0	C-DF-INT	0
F-ABON-K	0.4	T-VENT-CAR	-1.5	C-DF-AFZ	0
F-FITOS	1	T-DF-INT	0	C-YDJ-INT	0
F-BUEYES	100	T-DF-AFZ	0	C-CDJ-EXT	1
F-TRACTOR	10	T-YDJ-INT	0	C-ABON-N	0.4
F-IRRI-INV	0.0030	T-YDJ-CALI	0	C-ABON-P	0.4
F-IRRI-VER	0.0015	T-ABON-N	0.4	C-ABON-K	0.4
F-SCULREG	0	T-ABON-P	0.4	C-FITOS	1
F-SCULSEC	0	T-ABON-K	0.4	C-BUEYES	200
F-PERDIDO	150	T-FITOS	1	C-TRACTOR	15
F-PERDIAN	60	T-BUEYES	100	C-IRRI-INV	0.002
		T-TRACTOR	10	C-IRRI-VER	0.002
T-PN-REG	20	T-IRRI-INV	0.004	C-SCULREG	0
T-ALFALFA	130	T-IRRI-VER	0.002	C-PERDIDO	200
T-MAIZ-SEC	10	T-SCULREG	0	C-PERDIAN	60 /;
T-MAIZ-OCT	20	T-SCULSEC	0		
T-MAIZ-JUI	40	T-PERDIDO	150		
T-FREJ-MAR	45	T-PERDIAN	60		

* *ordre apparition des coefficients techniques ct (seconds termes equations)*
* *et du vecteur economique objet dans le listing des resultats*

* orden aparicion de los coeficientes tecnicos ct (segundos terminos de las
* ecuaciones) y del vector economico objet en la lista de resultados

DISPLAY CT;
DISPLAY OBJET;

* *definition parametre rho pour indiquer le sens des equations*
* definicion parametro rho para indicar el sentido de las ecuaciones

* *par convention* por convencion
* 0 indique <= 0 indica <=
* 1 indique >= 1 indica >=
* 2 indique = 2 indica =

PARAMETER RHO(J);

RHO('F-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-USD-FITO')=2 ;
RHO('F-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-UAPERDID')=2 ;	RHO('C-HA-REGAD')=2 ;
RHO('F-HAPARAMO')=0 ;	RHO('T-M3-INV')=2 ;	RHO('C-HACULREG')=0 ;
RHO('F-HACULREG')=0 ;	RHO('T-M3-VER')=2 ;	RHO('C-HAPERDID')=2 ;
RHO('F-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-NUM-UP')=2 ;	RHO('C-UAPERDID')=2 ;
RHO('F-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-HOMBRES')=2 ;	RHO('C-M3-INV')=2 ;
RHO('F-UAPERDID')=2 ;	RHO('T-EQ-JOR')=2 ;	RHO('C-M3-VER')=2 ;
RHO('F-M3-INV')=2 ;	RHO('T-HOM-FAM')=2 ;	RHO('C-NUM-UP')=2 ;
RHO('F-M3-VER')=2 ;	RHO('T-LIM-WF')=0 ;	RHO('C-HOMBRES')=2 ;
RHO('F-NUM-UP')=2 ;	RHO('T-HORA-MEC')=2 ;	RHO('C-EQ-JOR')=2 ;
RHO('F-HOMBRES')=2 ;	RHO('T-KG-N')=2 ;	RHO('C-HOM-FAM')=2 ;
RHO('F-EQ-JOR')=2 ;	RHO('T-KG-P')=2 ;	RHO('C-LIM-WF')=0 ;
RHO('F-HOM-FAM')=2 ;	RHO('T-KG-K')=2 ;	RHO('C-LIM-CDJ')=0 ;
RHO('F-LIM-WF')=0 ;	RHO('T-HORA-YUN')=0 ;	RHO('C-HORA-MEC')=2 ;
RHO('F-HORA-MEC')=2 ;	RHO('T-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('C-KG-N')=2 ;
RHO('F-KG-N')=2 ;	RHO('T-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('C-KG-P')=2 ;
RHO('F-KG-P')=2 ;	RHO('T-UNID-FOR')=0 ;	RHO('C-KG-K')=2 ;
RHO('F-KG-K')=2 ;	RHO('T-HAPARC')=2 ;	RHO('C-HORA-YUN')=0 ;
RHO('F-HORA-YUN')=0 ;	RHO('T-PRO-CER')=2 ;	RHO('C-DIAS-FAM')=2 ;
RHO('F-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('T-PRO-CHOC')=2 ;	RHO('C-DIAS-PAG')=2 ;
RHO('F-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('T-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('C-UNID-FOR')=0 ;
RHO('F-UNID-FOR')=0 ;	RHO('T-PRO-FRE')=2 ;	RHO('C-HAPARC')=2 ;
RHO('F-PRO-CER')=2 ;	RHO('T-PRO-LEG')=2 ;	RHO('C-PRO-CHOC')=2 ;
RHO('F-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('T-PRO-FRU')=2 ;	RHO('C-PRO-FRE')=2 ;
RHO('F-PRO-LECH')=2 ;	RHO('T-PRO-LECH')=2 ;	RHO('C-PRO-CANA')=2 ;
RHO('F-PRO-CARN')=2 ;	RHO('T-PRO-CARN')=2 ;	RHO('C-PRO-LEG')=2 ;
RHO('F-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('T-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('C-PRO-FRU')=2 ;
RHO('F-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('T-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('C-PRO-LECH')=2 ;
RHO('F-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('T-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('C-PRO-CARN')=2 ;
RHO('F-BAL-CER')=2 ;	RHO('T-BAL-CER')=2 ;	RHO('C-EQ-WFAM')=0 ;
RHO('F-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('T-BAL-CHO')=2 ;	RHO('C-EQ-WJOR')=0 ;
RHO('F-BAL-LEC')=2 ;	RHO('T-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('C-BAL-CER')=2 ;
RHO('F-BAL-CAR')=2 ;	RHO('T-BAL-FRE')=2 ;	RHO('C-BAL-FRE')=2 ;
RHO('F-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('T-BAL-LEG')=2 ;	RHO('C-BAL-LEG')=2 ;
RHO('F-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('T-BAL-FRU')=2 ;	RHO('C-BAL-FRU')=2 ;
RHO('F-KGARR-CO')=1 ;	RHO('T-BAL-LEC')=2 ;	RHO('C-BAL-LEC')=2 ;
RHO('F-USD-FITO')=2 ;	RHO('T-BAL-CAR')=2 ;	RHO('C-BAL-CAR')=2 ;
RHO('T-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('C-RIEGO-IN')=0 ;
RHO('T-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('C-RIEGO-VE')=0 ;
RHO('T-HACULREG')=0 ;	RHO('T-KGARR-CO')=1 ;	RHO('C-KGARR-CO')=1 ;
RHO('T-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-KGCE-JE')=2 ;	RHO('C-KGARR-JE')=2 ;
		RHO('C-USD-FITO')=2 ;

* *definition des variables inconnues*
* definiciones de las variables desconocidas

VARIABLES

X(I) *niveaux activites* niveles actividades
Z *fonction objectif* función objetivo ;

POSITIVE VARIABLE X;

* *definition des familles equations a resoudre*
* definicion de las familias ecuaciones que resolver

EQUATIONS

COST
SUPPLY1(J)
SUPPLY2(J)
SUPPLY3(J) ;

COST .. Z =E= -1*(SUM(I,OBJET(I)* X(I)));
SUPPLY1(J)\$(RHO(J) EQ 0).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =L= CT(J);
SUPPLY2(J)\$(RHO(J) EQ 1).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =G= CT(J);
SUPPLY3(J)\$(RHO(J) EQ 2).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =E= CT(J);

* *ordre de resolution du modele selon une certaine optimisation*
* orden de resolucion del modelo segun una optimizacion escogida

MODEL ZARI /ALL/;
SOLVE ZARI USING LP MAXIMIZING Z;

* *ordre d'apparition des resultats des activitees optimisees et des activites rejetees par le modele dans le listing des resultats*
fichier.lst

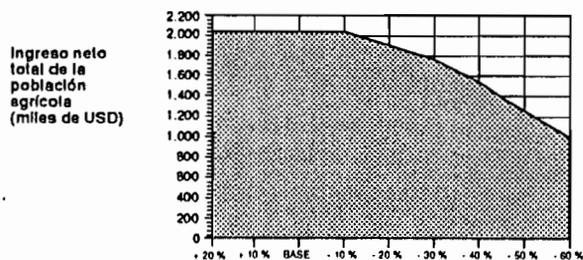
* orden de aparicion de los resultados de las actividades optimizadas y de las actividades rechazadas por el modelo en la lista de resultados fichero.lst

DISPLAY X.L,X.M;

ANEXO 3

SIMULACION GAMS ZARI URCUQUÍ, Resultado general

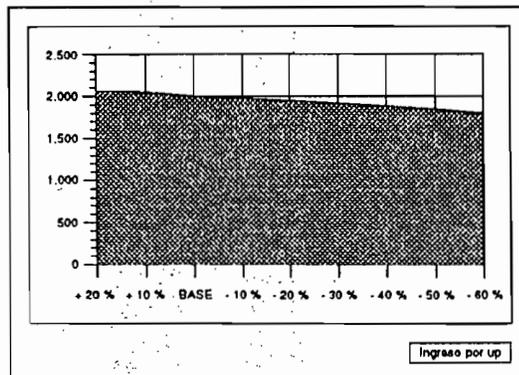
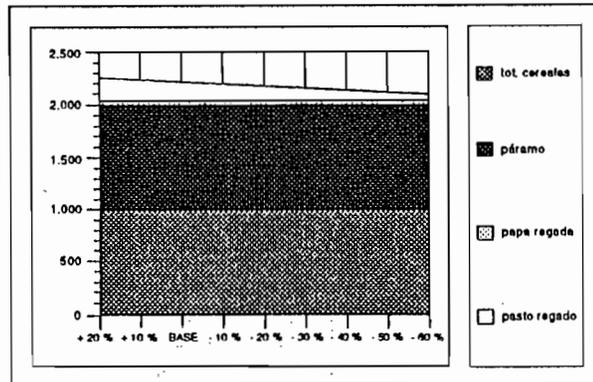
dotación agua	- 20 %	- 10 %	BASE	+ 10 %	+ 20%	+ 30 %	+ 40 %	+ 50 %	+ 60 %
población			6.000						
número UPA			825						
pob. fam. campesina			3.125						
pob. jornaleros			575						
Ingreso neto de la población agrícola									
total (1.000 US\$)	2.073	2.069	2.064	2.060	1.963	1.850	1.602	1.335	1.028
par UPA (US\$)	3.317	3.310	3.302	3.296	3.173	2.960	2.563	2.136	1.645



Cuadro 1 - Resultado general

Simulación GAMS, ZARI Urcuquí. Resultados del piso frío

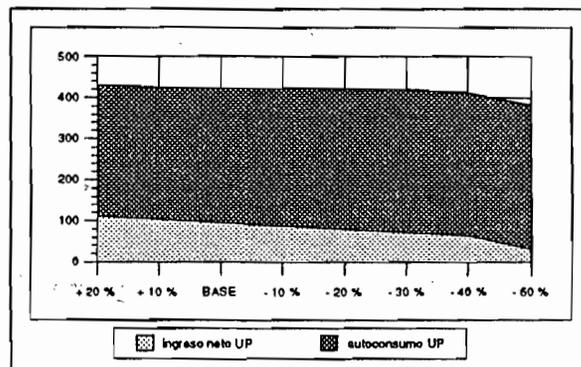
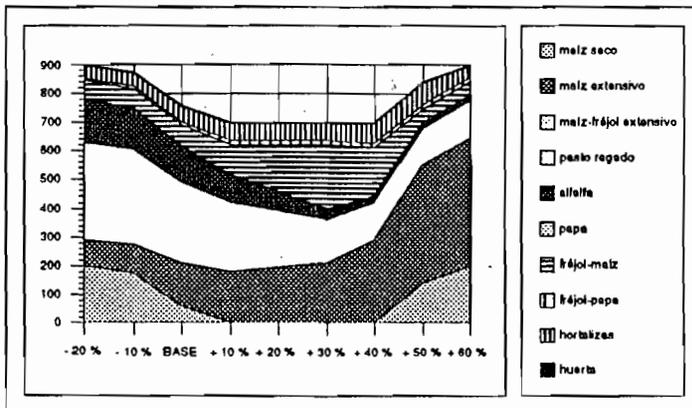
destacación agua	+ 20 %	+ 10 %	BASE	- 10 %	- 20 %	- 30 %	- 40 %	- 50 %	- 60 %
población	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
número UPA	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pop. fam. camp.	500	500	500	500	500	500	500	500	500
pop. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades agrícolas (ha)									
trigo	478	559	640	720	0	1.000	1.000	1.000	1.000
cebada	522	441	360	279	1.000	0	0	0	0
tot. cereales	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
páramo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
papa regada	36	36	36	36	36	36	36	36	36
pasto regado	275	178	178	159	141	121	103	83	54
SAU seca	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SAU regada	257	232	214	195	176	157	139	119	100
Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)									
ha con riesgo	252	248	247	245	243	241	239	237	235
UA con riesgo	154	148	143	138	129	128	122	117	111
ganado bovino (núm.)	572	495	477	460	430	427	408	389	370
ganado porcino (núm.)	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades de riego (miles de metros cúbicos)									
MML de invierno	239	260	237	213	189	166	142	118	94
MML de verano	292	258	235	212	189	165	142	118	95
ACTIVIDADES ECONOMICAS									
Compra									
ton. N	12	10	11	11	7	12	12	12	12
ton. P ₂ O ₅	25	28	29	30	19	34	34	34	34
ton. K	10	10	11	11	8	13	13	13	13
US\$ Bioarbitaria	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
horas tractor	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072
horas yuntas sup.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Intercambios W (días de trabajo)									
Campesinos									
días W int.	39.000	39.339	39.578	39.817	34.009	40.888	40.718	40.547	40.375
días W externa	5.899	5.660	5.422	5.183	8.990	4.111	4.280	4.453	4.624
Jornaleros									
días W int.	21.827	21.827	21.827	21.827	17.730	22.427	22.012	21.593	21.173
días W para T									
días W para C	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.572	7.987	8.407	8.825
Actividades de autoconsumo									
ton. cereales	72	73	74	75	47	31	73	77	75
ton. papa	180	180	180	180	180	180	180	180	180
ton. carne	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ton. leche	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades de compra de arroz									
ton. arroz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades de venta de productos agrícolas									
ton. cereales	825	833	840	847	803	869	871	873	875
ton. papa									
ton. carne	57	64	62	59	54	54	51	48	45
ton. leche	156	47	39	130	115	113	104	94	85
Ingresos	337.979	334.076	330.172	326.251	305.326	320.955	315.308	309.594	303.882
costos	129.544	129.383	129.091	128.748	120.259	129.428	128.288	127.151	126.006
Ingreso neto	208.436	204.693	201.081	197.483	185.067	191.528	187.020	182.443	177.879
Ingreso por UP	2.084	2.047	2.011	1.975	1.950	1.915	1.870	1.824	1.779



Cuadro 2 - Piso frío

Simulación GAMS, ZAFI Uroquif. Resultados del piso templado

dotación agua	+20%	+10%	BASE	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	dotación agua
población	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
máximo UPA	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
pop. fam. comp.	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
pop. jornaleros	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
Actividades agrícolas (ha)										
maíz seco	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
maíz extensivo	90	99	145	177	194	210	291	411	448	167
maíz fréjol extensivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pano regado	337	327	283	238	194	149	125	125	125	125
alfalfa	156	151	126	99	70	40	26	25	22	14
papas										
fréjol-maíz	51	64	76	109	166	224	171	45	45	336
fréjol-papas	7	7	9	10	12	14	15	15	15	15
hortalizas	44	48	56	40	58	57	66	73	39	37
huerta	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SA U seca	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
SA U regada	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)										
ha con pérdidas	300	289	236	215	232	249	224	237	241	265
UA con pérdidas	144	142	135	128	121	114	110	110	110	110
ganado bovino	639	646	528	421	316	208	150	150	150	150
ganado porcino	61	74	148	219	290	361	400	400	400	400
Actividades de riego (miles de metros cúbicos)										
MML de invierno	875	873	862	840	805	770	747	708	598	709
MML de verano	2.830	2.775	2.523	2.271	2.018	1.766	1.514	1.261	1.009	1.628
ACTIVIDADES ECONOMICAS										
Compras										
ton. N	15	16	18	20	21	22	22	19	11	22
ton. P ₂ O ₅	11	11	12	13	13	13	14	14	8	11
ton. K	9	9	10	12	14	15	14	11	6	17
US\$ Maquinaria	14.639	15.318	18.460	21.380	24.039	26.699	26.368	21.944	12.830	27.313
horas tractor	1.650	1.660	1.707	1.896	2.251	2.606	2.555	2.410	2.157	3.342
horas yuntas										
Intercambios W										
Campesinos										
días W int.	45.000	45.000	45.000	46.836	50.841	54.844	56.527	60.432	57.242	64.074
días W sintra	45.000	45.000	45.000	43.161	39.158	35.155	33.472	29.567	32.757	25.925
Jornaleros										
días W int.	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	27.752	37.500
días W para C	75.000	75.000	70.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504	75.000
Actividades de autoconsumo										
int. cereales	195	195	195	202	218	234	241	257	342	271
ton. papas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. fréjol	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. legumbres	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. frutas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Actividades de venta de productos agrícolas										
ton. cereales	0	0	0	0	0	0	88	280	306	
ton. choclos	122	122	131	185	294	403	277	0	0	840
ton. papas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. fréjol	23	25	36	63	110	158	116	15	6	284
ton. legumbres	416	436	531	576	561	545	634	709	363	343
ton. frutas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. carne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. leche	509	485	378	271	165	58	0	0	0	
ingreso	190.882	190.162	188.226	191.845	202.007	212.166	201.696	182.003	133.257	239.004
costos	165.471	165.254	163.971	168.609	180.179	191.730	185.018	172.975	144.095	203.164
ingreso neto	25.411	24.908	24.255	23.236	21.828	20.436	16.678	9.028	-10.838	35.840
ingreso neto UP	113	111	108	103	97	91	74	40	-48	159
autoconsumo UP	317	317	317	320	327	334	336	343	379	349
total UP	430	428	428	424	424	424	411	383	331	508



Cuadro 3 - Piso templado

Simulación GAMB, ZARI Urouquí, Resultados del piso caliente

	+ 20 %	+ 10 %	BASE	- 10 %	- 20 %	- 30 %	- 40 %	- 50 %	- 60 %
irrigación agua									
población	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
número UPA	300	300	300	300	300	300	300	300	300
pop. fam. comp.	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
pop. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades agrícolas (ha)									
paño regada	1.055	1.055	1.055	1.055	507	0	0	66	177
alfalfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
caña	2.119	2.119	2.119	2.119	2.408	2.566	2.193	1.752	1.262
maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fréjol	109	109	109	109	109	109	109	109	109
fréjol-maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
huertales	5	5	5	5	5	5	5	5	5
huerta	12	12	12	12	12	12	12	12	12
SAU regada	3.300	3.300	3.300	3.300	3.041	2.892	2.319	1.943	1.565
Evaluación riesgos (equivalentes a hectáreas perdidas)									
ha regadas perdidas	372	372	372	372	346	312	274	237	199
UA con pérdidas	217	217	217	217	149	84	72	67	87
ganacia bruta	2.170	2.170	2.170	2.170	1.495	836	717	547	687
Actividades de riesgo (miles de metros cúbicos)									
MD3 de invierno	9.413	9.413	9.413	9.413	8.449	7.258	6.240	5.244	4.265
MD3 de verano	14.510	14.510	14.510	14.510	13.245	11.589	9.933	8.278	6.823
ACTIVIDADES ECONOMICAS									
Compras									
ton. N	223	223	223	223	237	242	208	159	128
ton. P ₂ O ₅	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ton. K	1	1	1	1	1	1	1	1	1
US\$ financieros	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897
horas tractor	42.671	42.671	42.671	42.671	48.455	51.608	44.150	35.334	25.530
Intercambios W									
Compras									
días W tot.	75.000	75.000	75.000	75.000	73.218	68.839	59.548	49.625	30.246
días W afuera	0	0	0	0	1.780	4.160	15.353	25.374	35.754
Jornaleros									
días W tot.	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Compras (días de jornaleros desde afuera)									
días plan F	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.532	7.987	8.407	8.828
días plan T	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504
días est. Z	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	99.865	70.141	37.278	21.630
Actividades de estocaje									
ton. fréjol	120	120	120	120	120	120	120	120	120
ton. legumbres	80	80	80	80	80	80	80	80	80
ton. frutas	70	70	70	70	70	70	70	70	70
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Actividades de compra de arroz									
ton. arroz	400	400	400	400	389	343	307	248	185
ton. arroz jven.	550	550	550	550	562	547	459	362	258
Actividades de venta de productos agrícolas									
1.000 ton. cañón	159	159	159	159	181	192	164	131	95
ton. choclos									
ton. fréjol									
ton. legumbres									
ton. frutas									
ton. carne	135	135	135	135	74	15	5	0	0
ton. leche	3.756	3.756	3.756	3.756	2.541	1.355	1.140	1.050	1.050
ingreso (1.000 \$/.)	3.338	3.338	3.338	3.338	3.329	3.181	2.702	2.181	1.630
costos (1.000 \$/.)	1.399	1.399	1.399	1.399	1.453	1.442	1.234	1.000	748
ingreso neto (1.000 \$/.)	1.940	1.940	1.940	1.940	1.876	1.739	1.468	1.581	881
ingreso UP	6.466	6.466	6.466	6.466	6.253	5.796	4.894	3.938	2.938

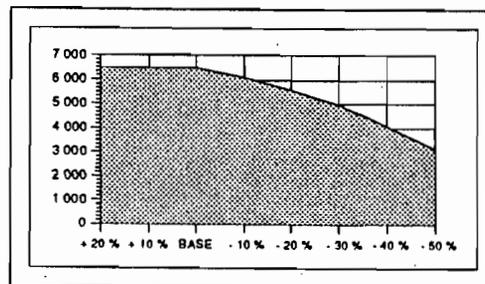
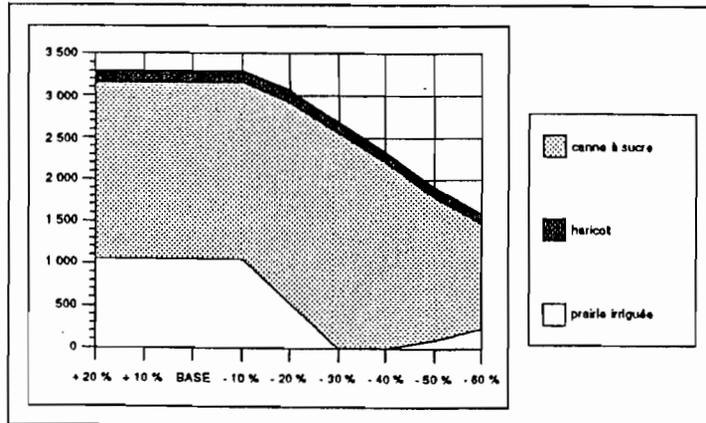


Tableau 4 - Étage chaud