La Irrigación Tradicional en la Vertiente Occidental de los Andes Peruanos

- Dos ejemplos -

Instituto Francés de Estudios Andinos - IFEA. Document de Travail 3 - 1989

La Irrigación Tradicional en la Vertiente Occidental de los Andes Peruanos

— Dos ejemplos —

Instituto Francés de Estudios Andinos — IFEA. Document de Travail 3 — 1989.

Las opiniones vertidas en este libro son de responsabilidad de los autores.

Foto de la portada: Dominique HERVÉ

© IFEA

Instituto Francés de
Estudios Andinos
Contralmirante Montero 141. Miraflores
Casilla 18-1217. Lima 18
Telf.: 47-6070

ALGUNAS PREGUNTAS A PROPÓSITO DE LA IRRIGACIÓN EN LA VERTIENTE OCCIDENTAL DE LOS ANDES

Dominique HERVE, Henri POUPON (1)

En gran parte de los Andes peruanos, y muy en particular en la vertiente occidental, la implementación de proyectos de desarrollo rural tropieza con los problemas de economía y utilización agrícola del agua. El riego, indispensable entre 200 y 600 mm de precipitación anual, sigue predominante hasta los 800 mm. Su importancia relativa se explica con el abandono de los terrenos cultivados bajo lluvia. Esta evolución del paisaje acompaña una fuerte emigración, esencialmente de jóvenes, hasta las ciudades de la costa desértica y sobre todo hacia Lima.

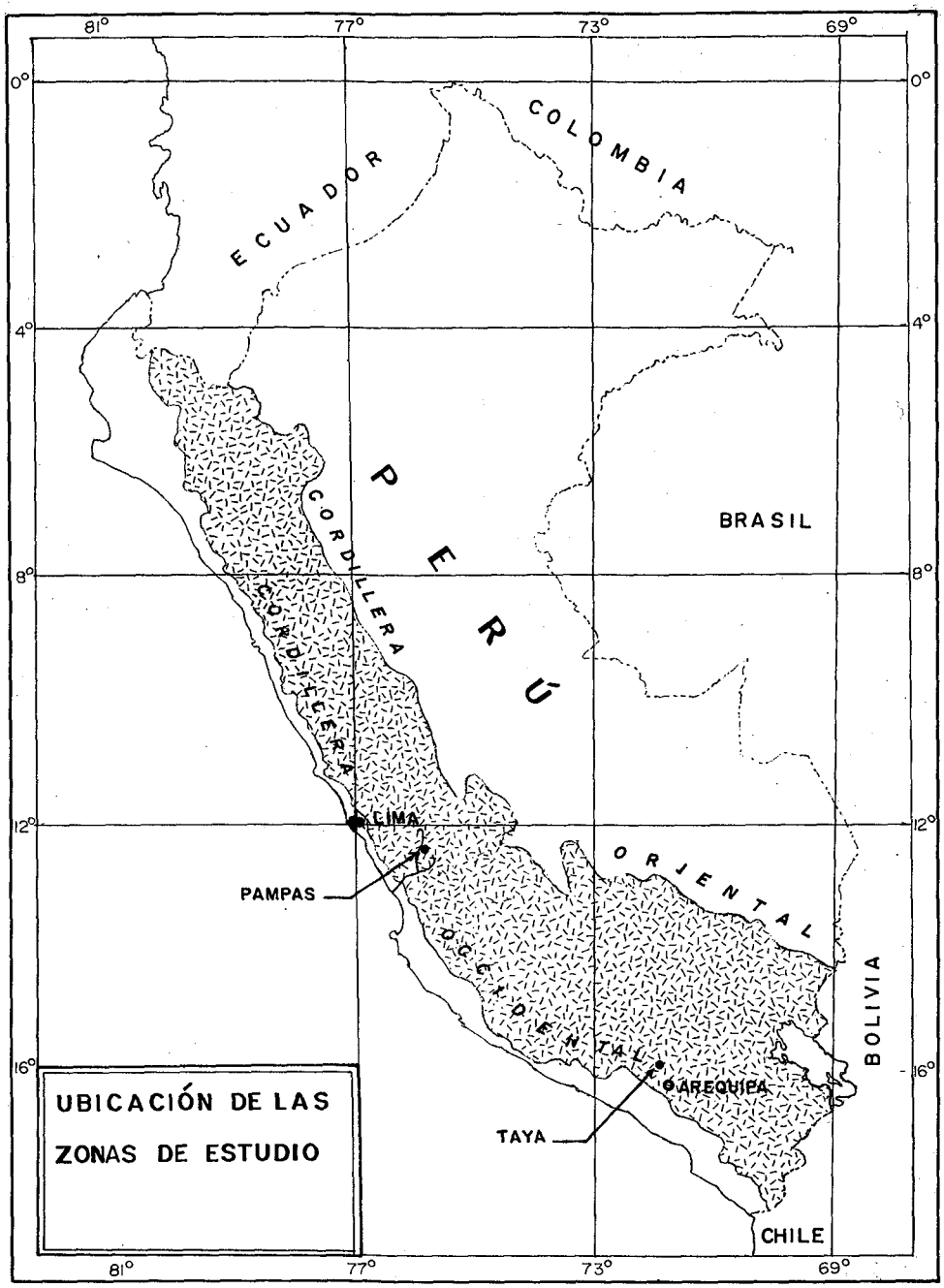
Con la presentación de dos casos (Pampas en el Departamento de Lima, Taya en el Departamento de Arequipa, ver mapa de localización), participamos en el estudio regional de la organización del riego tradicional en la vertiente occidental de los Andes. En la mayoría de los casos no se trata de colonizar nuevas tierras, sino de volver a utilizar las redes hidráulicas de origen prehispánico. En consecuencia, los primeros en interesarse en esta irrigación tradicional fueron los antropólogos, arqueólogos, historiadores y luego los ingenieros civiles y topógrafos, continuamente solicitados a fin de aportar a estas instalaciones las reparaciones y mejoras necesarias, así como el cemento destinado al mantenimiento de los canales (Hendriks, 1986). En general, los segundos desconocen a los primeros. Esta situación, tan corriente en la sierra, se explica por la opinión generalmente aceptada que los agricultores andinos utilizan en la mejor forma posible el agua de la que disponen en sus parcelas y territorios. Este juicio excluye a priori la necesidad de cualquier estudio o diagnóstico agronómico. En su balance de las experiencias de irrigación en el Perú, Oré (1989) subraya la ausencia de alternativas respecto al manejo de la irrigación.

En la cuenca de Pampas buscamos evaluar el margen de mejoramiento del uso del agua, sin introducir cemento. Nos sorprende que el problema del riego esté planteado únicamente en términos de falta de agua, cuando bien podría tratarse de una utilización inadecuada. ¿No permitiría una mejor producción la misma cantidad de agua, repartida y distribuida de manera diferente?

Pero, esta faceta del problema difícilmente podría aparecer dentro de una solicitud formulada por los regantes mismos. Es cierto que resulta más fácil evaluar las cantidades de cemento y trabajo que requiere el mantenimiento de un canal o la construcción de un embalse, que realizar un diagnóstico que incluya los aspectos técnicos, sociales y económicos, los que permitan identificar los verdaderos factores limitantes. La erosión debida al riego es uno de ellos; lo pusimos en evidencia en los seguimientos a nivel de parcelas, en Pampas. El terreno de Taya daba la oportunidad de precisar y, en lo posible, medir los riesgos de erosión inherentes al riego en las laderas empinadas. En efecto, los regantes abandonaban sus chacras en zonas muy erosionadas, en la medida que colonizaban nuevas tierras en la parte baja del pueblo. Pero no todas las unidades de producción pudieron seguir esta tendencia a la concentración parcelaria y la priorización del cultivo de alfalfa.

---

(1) Respectivamente, agrónomo y ecologista del ORSTOM. Dirección actual: Apartado 18-1209 LIMA 18 (PERÚ).
Etudio realizado en el marco del Convenio UNALM-ORSTOM.


81°
77°
73°
69°
0°
4°
8°
12°
16°
ECUADOR
COLOMBIA
PERÚ
BRASIL
BOLIVIA
CHILE
CORDILLERA
CORDILLERA
ORIENTAL
OCCIDENTAL
LIMA
PAMPAS
AREQUIPA
TAYA
UBICACIÓN DE LAS
ZONAS DE ESTUDIO

Este estudio sólo pudo esbozarse: en las condiciones de trabajo que son las del Perú desde hace dos años, no fue posible prolongar las observaciones en el campo, tal como se había previsto inicialmente. Sin embargo, pensamos que los resultados obtenidos respecto al funcionamiento del riego, así como la posibilidad de una comparación entre Pampas y Taya justificaban la presentación de estos elementos en un documento de trabajo.

Los dos artículos presentados corresponden a dos estudios que se sucedieron cronológicamente. El primero, referido a la cuenca de Pampas, se realizó en el marco del Proyecto "Políticas Agrarias y estrategias campesinas en la Cuenca Alta del río Cañete" (UNALM — IFEA — ORSTOM) (2).

Después de describir la red de irrigación en el territorio comunal, tratamos de definir las relaciones entre la organización técnica y la organización institucional del riego. Localizar las compuertas en la red física y los puntos de control ayuda a explicar las reglas de distribución del agua. Su confrontación con los requerimientos de los cultivos desemboca en algunas posibilidades de mejoramiento. Las relaciones determinadas entre los diversos componentes son puestas a prueba en otro caso, el del pueblo de Taya, donde los investigadores del ORSTOM intervenían a pedido del CICDA (3).

Estos dos ejemplos no pretenden representar toda la diversidad de las redes y técnicas de irrigación instaladas en los valles que bajan de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, hacia la llanura desértica de la Costa. Se busca entender mejor el funcionamiento del riego tradicional con dos situaciones muy contrastadas, pero que ofrecen cierto número de similitudes, lo que permite una comparación.

En ambos casos, la agricultura de riego está instalada en las partes bajas de vertientes escarpadas, donde se cultiva papa, maíz, alfalfa y frutales (principalmente manzanos). Los riesgos de erosión ligados a la irrigación de estas fuertes pendientes (20 a 70%) aparecen como unos de los principales factores limitantes.

La disponibilidad de agua a lo largo del año depende de la fuente de agua. En Pampas, el agua utilizada proviene de una laguna de origen glaciar que almacena las precipitaciones en un amplio impluvio. Existe una posibilidad de modular el flujo de agua a la entrada de la red, y por consiguiente planificar el uso del agua en el territorio. En Taya, el agua proviene del deshielo de un glaciar. El flujo de agua, permanente, se ve limitado por las bajas temperaturas entre los meses de junio y setiembre. Las variaciones del caudal son aleatorias, pero significativas aun cuando están amortiguadas por un estancamiento en los pantanos de la puna, de donde salen los canales. En las cumbres, pequeños estanques acumulan el agua durante la noche.

Mientras que en Pampas el territorio irrigado no puede extenderse más, no ocurre lo mismo en Taya donde grandes extensiones podrían ser cultivadas abajo del pueblo, ampliando la red hidráulica. En condiciones tan contrastadas, el manejo del agua, actual y futuro, no se plantea en los mismos términos.

En el riego por gravedad, tanto los acondicionamientos como las técnicas de trabajo del suelo determinan la modalidad de distribución del agua dentro de la parcela. Los campesinos de Pampas utilizan tradicionalmente la "chakitaklla" (Bourliaud et al., 1988) y siembran en hoyos (4), mientras que en Taya trabajan en laderas de hasta 70% de pendiente con arados tirados por bueyes, y riegan por surcos. En ambos casos, la alfalfa y la cebada se riegan en melgas. Esta diversidad tecnológica hace variar las cantidades de agua utilizadas por las plantas, así como las pérdidas.

Nos ubicamos primero a nivel de la red hidráulica y definimos indicadores de funcionamiento específicos de las condiciones de circulación y repartición del agua hasta las parcelas.

---

(2) Universidad Nacional Agraria La Molina — Instituto Francés de Estudios Andinos — Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación.

(3) CICDA: Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola.

(4) La siembra en línea —que facilita la construcción de camellones en el aporque— no está generalizada.

— *La organización espacial de la irrigación*

Se define por la configuración de la red y del territorio regado, fijada desde tiempos remotos, y sobre la cual hay pocas posibilidades de intervención. En cambio, a nivel de la parcela y a lo largo de una generación se puede actuar sobre los acondicionamientos, destruyendo terrazas (opción elegida en el valle del Cañete para instalar alfalfares) o edificando pequeños muros perpendiculares a la pendiente, en las laderas recientemente colonizadas en alfalfares (caso de Taya).

— *La modalidad de repartición del agua*

Según las comunidades campesinas o los pueblos considerados, la repartición del agua entre usuarios se efectúa por turno, en igual cantidad para todos o de acuerdo a la superficie cultivada, respetando el orden definido por la posición de la parcela a lo largo de la acequia. Sin embargo, el derecho al agua implica obligaciones; en particular, los beneficiarios deben aportar cierta cantidad de trabajo, proporcional a la cantidad de agua atribuida y dedicado a la refacción de las acequias.

— *La cantidad de agua atribuida por turno a cada parcela*

El volumen de agua atribuido se expresa por un caudal dado durante un tiempo dado, o sea que depende de la sección del canal considerado, aunque no únicamente; varía también según la época del año y la posición de la parcela a lo largo de la acequia, en la medida en que ésta filtra. Para determinarlo, se puede actuar ya sea sobre el caudal o sobre el tiempo. En Pampas por ejemplo, la duración de una unidad de distribución está fijada; el flujo (medido por el caudal) puede fraccionarse, permitiendo a varios usuarios regar al mismo tiempo. En cambio, en Taya el caudal es constante, fijado por una compuerta a la entrada de cada parcela; es la duración del riego la que varía, según la extensión cultivada.

— *La frecuencia de distribución*

La frecuencia del riego está definida por cada cultivo y eventualmente modulada por sector de riego, a fin de tomar en cuenta las condiciones del medio (microclima, suelos). Esta norma trata de acercarse de manera empírica a los requerimientos de los cultivos, especialmente en las épocas críticas de los cultivos anuales (floración, llenado del grano, tuberización). Pero depende también del objetivo de producción que traduce la prioridad que se da a cada cultivo, cultivo anual o plurianual, forrajero o frutales. Definida de manera colectiva, esta norma puede adaptarse a un aumento o a una disminución del agua disponible, pero no independientemente de las otras normas enunciadas más arriba.

A partir del funcionamiento técnico, de la red, del territorio y de la repartición del agua, puede esclarecerse por cada caso el contenido de la "mita". Con esta palabra quechua se expresa un concepto básico de riego por turno, que integra todo lo que contribuye a definir un volumen de agua por unidad de superficie al cabo de un tiempo determinado. En efecto, se aplica tanto al derecho al agua o al turno (cuando las parcelas están cultivadas efectivamente) como a la cantidad de agua atribuida a cada parcela (caudal multiplicado por tiempo de riego, en cada turno), a la duración de este mismo riego o al tiempo de retorno entre dos riegos sucesivos (o turno). Se entiende entonces por qué en Pampas se habla de un canal de una o dos mitas, y en Taya de un riego de 3 horas por topo (5).

¿Cómo son definidas —por la junta de regantes— las reglas de repartición del agua para toda la comunidad (Pampas) (6) o el pueblo (Taya) y cómo son aplicadas por los encargados del agua a nivel de cada canal? Las diferencias entre las cantidades de agua atribuidas (derecho al

(5) Medida de superficie equivalente a 0.3 hectárea.
(6) No siempre las dos instituciones —asociación de regantes y comunidad— se confunden.

agua), las que están efectivamente disponibles en la parcela (derecho a un turno, eficiencia del transporte), y las que llegan finalmente a las plantas, demuestran que estas reglas sólo aseguran, en la medida que son aplicadas, el acceso al agua.

Para un agricultor, la esperanza de disponer de agua de riego en cantidad y en el momento oportuno es a menudo tributaria de la forma en que los regantes que lo antecedieron utilizaron su turno de agua. Es así como se establecen, entre usuarios de la misma acequia, relaciones de poder que se superponen a los influentes vínculos de parentesco. Pero, la cantidad de agua que beneficiará finalmente a las plantas dependerá en gran medida del manejo acertado del agua en la parcela, o sea de las prácticas de riego del agricultor.

En este contexto, ¿qué margen de manejo le queda al agricultor? Escoge una distribución alternativa de cultivos en sus diferentes parcelas y adecúa sus fechas de siembra dentro de las limitaciones impuestas por la disponibilidad de agua en el espacio y el tiempo.

El tipo de riego lo determinan la pendiente, eventualmente corregida por los acondicionamientos, y las herramientas de trabajo del suelo. Pero el estado de la parcela y la cantidad de tierra desplazada por erosión dependerán de las prácticas de riego, de la geometría y del largo de los surcos, por ejemplo. Es necesario hacer un diagnóstico sobre los riesgos de erosión que, tomando en cuenta las pendientes, pueden plantear cambios de cultivos, de técnicas y acondicionamientos, hasta de paisajes.

El agricultor puede también regar durante menos tiempo del que está impartido en su turno. El tiempo de riego actúa tanto sobre la cantidad de agua que se vierte, como en la calidad de su distribución en la parcela. En las fuertes pendientes, cuanto más reducidos son los flujos unitarios, más limitadas son las pérdidas; por lo tanto hay que aumentar, ya sea el tiempo de riego o la frecuencia. Esto implica, de parte del agricultor, una multiplicación de las intervenciones y un mayor suministro de mano de obra. Tocamos ahí un problema crucial. En efecto, ¿no sería un factor limitante la cantidad de trabajo, en regiones donde la población joven ya emigró hacia la ciudad, primeramente para estudiar y luego para instalarse? Nos faltan referencias sobre la organización del trabajo durante una operación de riego en la parcela y a nivel de las unidades de producción.

La descripción de las prácticas de riego, la búsqueda de su lógica, en función de las limitantes del medio físico y del funcionamiento de las unidades de producción son de la competencia del agrónomo, así como las tareas específicas de evaluar los requerimientos de agua para los cultivos, conforme al rendimiento esperado. Consideramos este aporte más necesario que nunca en las pequeñas y medianas irrigaciones de la sierra, más estudiadas hasta ahora por las ciencias sociales.

Existe un amplio consenso sobre la necesidad de juntar varias disciplinas alrededor del uso y control de los recursos hídricos (Oré, 1989), pero los términos de este planteamiento son inversos en la sierra y en los grandes perímetros regados de la costa desértica peruana (Majes) como en los de Africa tropical (Marzouk Schmitt, 1987). Encontramos allá a varios investigadores que abogan por la incorporación de las ciencias sociales a la concepción, el diseño y la evaluación de los programas de riego. En ambos casos, para evaluar las distancias entre las reglas y las prácticas, y sus consecuencias sobre el funcionamiento de una irrigación, se necesitarían los aportes tanto de las ciencias agronómicas como de las ciencias sociales.

A fin de generalizar a la vertiente occidental peruana en su conjunto todas las observaciones recolectadas, sería útil elaborar una tipología de las redes tradicionales de riego. Proponemos algunos indicadores para esbozar esta tipología: la mita que, una vez analizada, caracteriza bien la repartición del agua; las fuentes de agua; la presencia de un reservorio arriba del reticulado hidráulico y su tamaño. Con este tamaño varía la planificación del riego, desde los 8 meses de la época seca hasta algunas horas, con el agua acumulada en la noche. La organización institucional parece adecuarse estrechamente a la organización técnica del riego. Pediremos a los sociólogos cómo las relaciones sociales influyen en ella; nosotros no podemos opinar. El estudio de redes de riego heredadas de las haciendas, o usadas por agricultores en fincas de tamaño muy distinto, podría tal vez esclarecer este punto.

En lugar de un inventario de las obras de irrigación en esta zona, abogamos por buscar y estudiar así casos que, mediante comparaciones, revelen aspectos todavía oscuros del funciona-

miento del riego. La colonización de nuevas tierras en Taya ilustra el debate sobre la relación entre el derecho de agua y la tenencia de la tierra: coexisten tierras en propiedad, pero sin derecho al agua en el sector en vía de abandono, y tierras nuevas, regadas, aún sin título de propiedad. ¿Quién tiene el derecho al agua? ¿el propietario (residente o no), el usufructuario, el arrendatario o el aparcero? Irrigaciones con escasa disponibilidad de agua podrían revelar, por parte de las unidades de producción, estrategias de adaptación variadas. Por otro lado, en situaciones con una presión demográfica mucho más alta, podría pensarse en otras técnicas de riego menos consumidoras de agua y menos erosivas, como el riego por aspersión o goteo. Con estas referencias, indispensables para intervenir en estas redes tradicionales, podría modelizarse posteriormente el manejo del agua y realizarse simulaciones, en base a las prácticas actuales de los regantes.

Referencias Bibliográficas

BOURLIAUD, J.; HERVE, D.; MORLON, P. y REAU, R. 1988. Chakitaklla — **Estrategias de barbecho e intensificación de la agricultura andina.** ORSTOM — PISA ed., Lima, 104 p.

HENDRIKS, J. 1988. "Distribución de aguas en sistemas de riego. Problemas y alternativas". **Allpanchis,** Cusco: No. 28, Año XVIII: 185-210.

MARZOUK SCHMITT, Y. 1987. "L'Afrique les pieds dans l'eau?" **Cah. d'Etudes Africaines,** Paris: 107-108, XXVII, 3-4: 425-433.

ORE, M.T. 1989. **Riego y organización.** Tecnología intermedia, Lima, 80 p.

MANEJO DE LA IRRIGACIÓN EN UNA VERTIENTE ANDINA DE MUY FUERTE PENDIENTE, CONTROLES COMUNALES Y RIEGO A LA PARCELA

Philippe ROUSSEAU, Dominique HERVE, Henri POUPON

INTRODUCCIÓN

Un déficit hídrico promedio anual de 670 mm, en un período de 9 a 10 meses (1), impone en la vertiente occidental de los Andes una irrigación complementaria. La escasez de agua de riego, señalada por los campesinos, se añade a otros limitantes: la exigüidad, la pendiente (20-70%) y la poca fertilidad de las tierras cultivables. Los organismos de desarrollo agrícola, públicos o privados, responden a la demanda de los pobladores ofreciendo cemento para revestir los canales de riego existentes o para construir otros nuevos. Este cuadro es generalizado en la Sierra.

Nos preguntamos si el limitante principal es la falta de agua, a través de un estudio de caso, la organización de la irrigación por gravedad en la cuenca del Pampas (Yauyos, Lima — Figura 1). Los cultivos practicados (alfalfa, cultivos anuales, frutales) y la gran diversidad topográfica abarcan situaciones características de la vertiente occidental de los Andes. Además, los padrones de regantes están completos y puestos al día para cada uno de los cuatro canales principales de irrigación.

Estas redes hidráulicas en laderas empiñadas han sido estudiadas sobre todo por sociólogos, antropólogos y arqueólogos. Son herencia de las sociedades hidráulicas preincaicas que satisfacían las necesidades de la población gracias a una agricultura irrigada en terrazas y a una infraestructura que permitía el almacenaje de agua de lluvia y su redistribución durante el período seco. La corriente de revalorización de las tecnologías andinas contribuyó para que sean conocidas, pero obviando todo diagnóstico agronómico. Estamos, pues, en una situación opuesta a algunos perímetros irrigados africanos, en los que las prácticas y las organizaciones campesinas parecen enfrentarse a una lógica de la empresa encargada del perímetro irrigado, que de manera insuficiente toma en cuenta los efectos sociales de las técnicas implementadas (Marzouk Schmitz, 1987).

Las instancias responsables y las reglas de distribución del agua entre parcelas o entre campesinos han permanecido prácticamente inmutables (Guillet, 1987; Espinoza Soriano, 1971; Mitchell, 1978). El estado Inca, luego el español, hasta los ministerios de agricultura de estas últimas décadas (ley de aguas de 1969), no han hecho más que legalizar los usos preexistentes.

Por el contrario, la utilización de las tierras irrigadas fue modificada considerablemente después de la conquista española: así parece que más del 50% de las tierras irrigadas en la época precolombina actualmente han dejado de serlo (Guillet, 1987). De hecho, la mayoría de los proyectos de irrigación se dedican a la rehabilitación de canales antiguos.

Los maizales que hoy en día se observan en el paisaje cubren una superficie residual del antiguo sistema de cultivo implementado sin interrupción en terrazas irrigadas. Una gran parte de los muros de contención fue destruida a partir del siglo XVI para reagrupar y cercar estas

(1) Establecido en Yauyos (2870 m. de altura), a partir de los cuadros meteorológicos de los años 1964 a 1985. La precipitación anual es de: 485 mm.

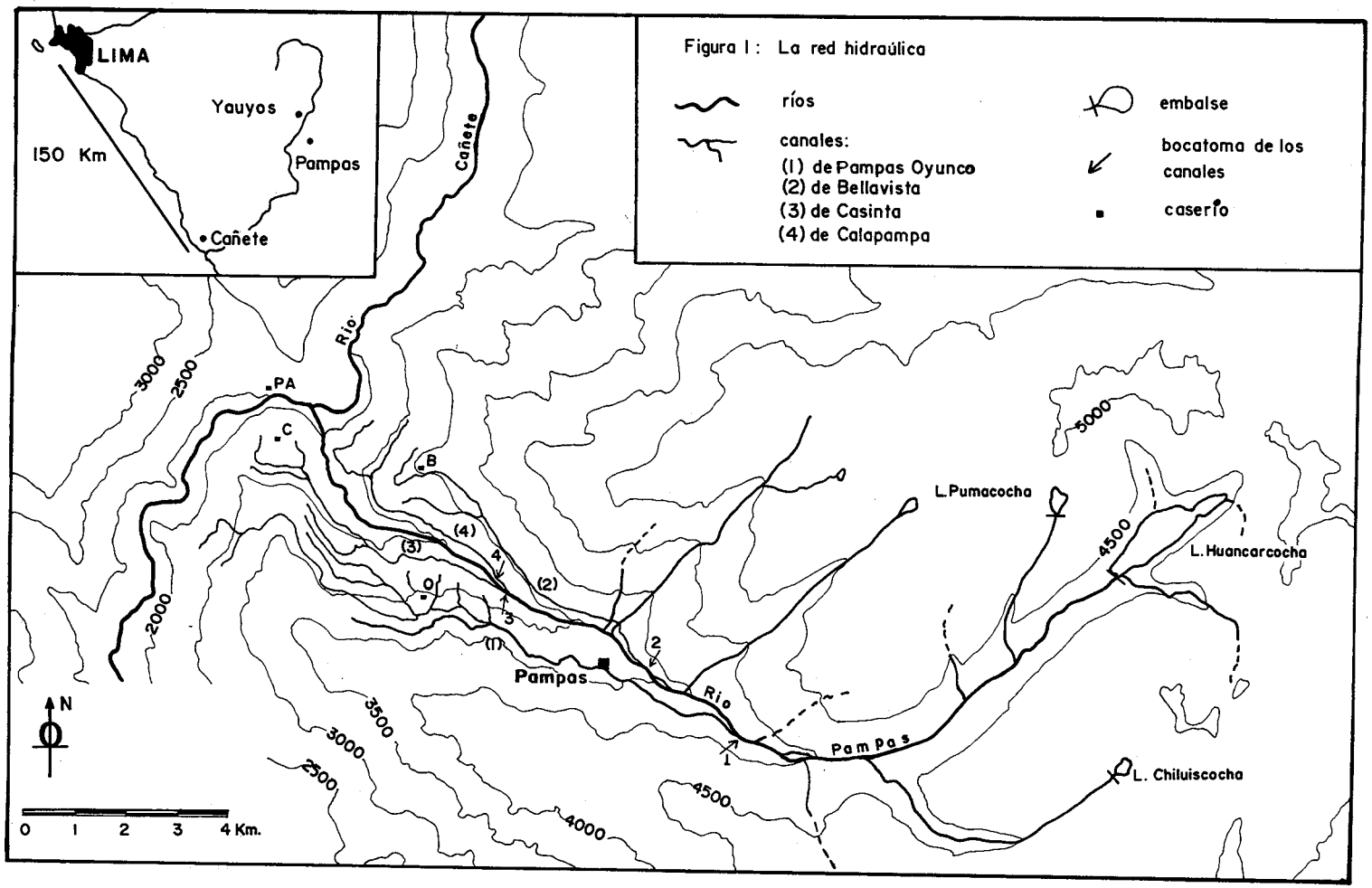


Figura I : La red hidraúlica
ríos
canales:
(1) de Pampas Oyunco
(2) de Bellavista
(3) de Casinta
(4) de Calapampa
embalse
bocatoma de los canales
caserío
LIMA
Yauyos
Pampas
Cañete
150 Km
Río Cañete
Río Pampas
PA
B
C
D
Pampas
L. Pumacocha
L. Huancarcocha
L. Chiluiscocha
3000
2500
2000
3500
4000
4500
5000
N
0 1 2 3 4 Km.

terrazas a fin de cultivar alfalfa. Este cultivo forrajero, introducido por los españoles, debía servir en un primer momento para alimentar a las manadas de mulas empleadas para transportar productos mineros. Después, luego de la llegada de carreteras a los pueblos, permitió el desarrollo de una crianza de vacunos lecheros con vocación quesera. Más recientemente, y en superficies aún reducidas al fondo de valle, aparece una producción frutera (Lausent, 1983).

Estos cambios en el acondicionamiento de sistemas de cultivo han dado forma al terreno actual en el que coexisten una irrigación en terrazas de maíz y una irrigación en pendiente en grandes parcelas cercadas sembradas de alfalfa (potreros).

Siguiendo la circulación del agua en el conjunto de los canales y las parcelas, develamos la lógica de gestión del agua y del espacio, las reglas de distribución del agua y su aplicación, y medimos las pérdidas de agua y tierra que se han producido.

DOS ESCALAS DE ANÁLISIS: DE LA CUENCA A LA PARCELA

Disponemos en el Perú de numerosas publicaciones de ciencias humanas que explican el papel del agua en las normas, las fiestas y hasta en los mitos de la comunidad. Si todos convienen en ver allí el pilar principal en el que reposa la organización de la comunidad, pocos se han interesado al aprovechamiento del agua por los cultivos. Además, el encadenamiento de los controles a lo largo de la red es mal conocido y la articulación de los criterios tanto agronómicos como sociales, empleados para distribuir el agua entre cada campesino y cada parcela, no está explicitada.

A nivel de la cuenca, el diagnóstico se funda en las pérdidas de agua de la red hidráulica y en un análisis de la gestión del agua. A escala de la parcela, nos ocuparemos de las prácticas de irrigación y de los problemas de erosión que resultan de ellas.

A escala de la cuenca

Se identifican diferentes zonas de producción (2), en el paisaje y en fotos aéreas (misión IGN-Perú, 1976, a escala 1/20,000), luego cartografiadas. Su superficie es estimada a partir de la fotointerpretación. Se señala de la misma manera la red de irrigación: represa de altura, curso del agua, canales principales y secundarios, y la circulación del agua en el territorio.

Las mediciones del caudal de agua a lo largo de la red, desde la salida de la represa hasta la entrada en las parcelas, permiten evaluar las pérdidas a este nivel. Se juzga la satisfacción de las necesidades de agua de los cultivos a partir de las características pedológicas promedio encontradas en el valle, y de los valores de la ETM mensual (3) del maíz.

El análisis social de la organización de la distribución del agua descansa en las encuestas hechas a los campesinos y las autoridades locales y en los padrones de regantes. A cada canal principal corresponde un cuaderno en el cual se empadronan los regantes, indicando:

— el lugar específico, el cultivo, el volumen de agua atribuído por turno, la condición de propiedad y la extensión de cada una de sus parcelas,
— el número de jornadas de trabajo obligatorio ("peonadas") que debe aportar para el mantenimiento de la red hidráulica.

Es importante esclarecer a qué corresponde la unidad que mide el volumen de agua distribuida. La "mita" se define por el caudal que corre en un canal de agua durante un período de ocho horas. Este caudal puede variar considerablemente de un canal a otro ya que depende de la sección del canal. Disminuye igualmente en el curso de la estación seca. El agua es distribuida por "mita" entre las parcelas según su superficie (0.1 a 1 ha).

(2) Zona de producción: porción del ecosistema bajo explotación, definida por una sucesión de cultivo o una formación vegetal dominante y un medio físico modificado por infraestructuras.

(3) ETM: La evapotranspiración máxima representa las necesidades de agua de un cultivo, y es función de la naturaleza de este cultivo, de la fase del ciclo vegetativo y de las condiciones climáticas.

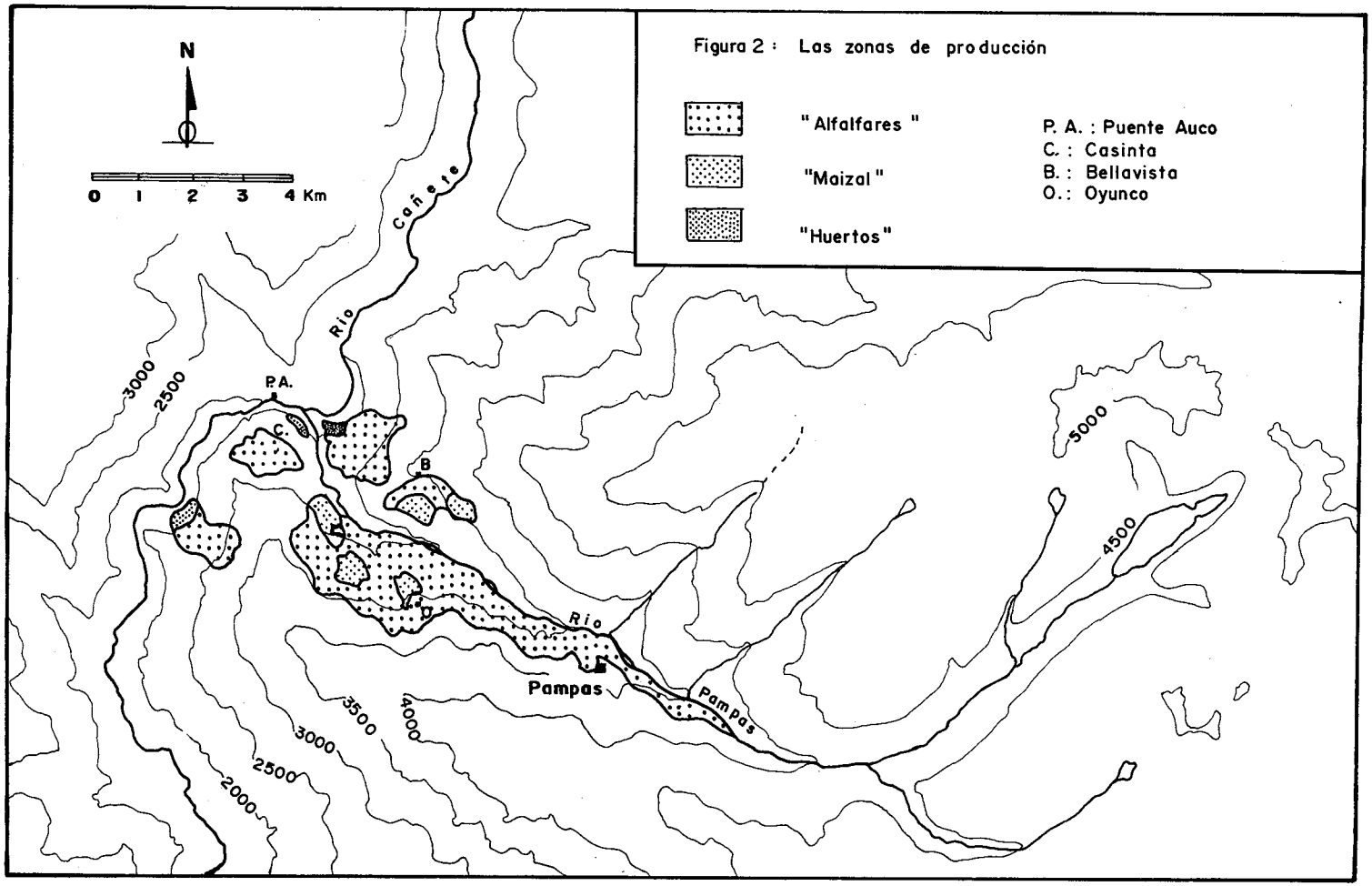


Figura 2 : Las zonas de producción
"Alfalfares"
"Maizal"
"Huertos"
P. A. : Puente Auco
C. : Casinta
B. : Bellavista
O. : Oyunco
N
0 1 2 3 4 Km
Río Cañete
Río Pampas
Pampas
P.A.
C.
B
O
3000
2500
2000
3500
4000
5000
4500

A escala de la parcela

Las prácticas campesinas en materia de aprovisionamiento de agua de cultivos y los riesgos de erosión que se corren fueron observados en 10 parcelas escogidas según factores que intervienen en los fenómenos de erosión: cultivo y tasa de cobertura, pendiente (hasta 60%), estado de las terrazas, longitud máxima del escurrimiento en la parcela (a lo más igual a la longitud de la parcela en el sentido de la pendiente), textura superficial del suelo (0-20 cm).

En el curso de una o dos irrigaciones por parcela, se evalúa las cantidades de agua escurridas por la velocidad con que se llena un juego de baldes, observando la modificación de la estructura superficial del suelo y la aparición de canales de escurrimiento. A partir de muestras de agua escurrida en la parte inferior de la parcela, se evalúan las cantidades de tierra y de sedimentos desprendidos.

Estas medidas y observaciones, realizadas con la ayuda de materiales rudimentarios, son suficientes para establecer un diagnóstico rápido pero confiable, útil para el desarrollo.

LA ORGANIZACIÓN TÉCNICA DEL RIEGO

La red hidráulica

La infraestructura implementada para colectar agua en temporada de lluvias, a fin de redistribuirla en estación seca en las 767 hectáreas de cultivos irrigados, está compuesta de tres represas de altura y de una red de cuatro canales principales o acequias que se ramifica en las vertientes en forma de numerosos canales secundarios y luego terciarios que llevan el agua a cada parcela (Figuras 1 y 3).

Las represas se sitúan en los vastos lagos glaciares entre los 4450 m. y los 4580 m. de altura. Son los únicos sitios que se prestaban a grandes infraestructuras (más de 100 m.) pero de poca altura (3 m.) que la tecnología empleada en la época de su instalación permitía. Dos paredes de piedras unidas sostienen una escarpa de tierra arenosa de un metro y medio de espesor, reforzada por contrafuertes de piedra y tierra cada 10 metros. Los volúmenes de agua almacenados actualmente representan 5100.000 m3, o sea el 30% de las lluvias anuales promedio que se precipitan en las cuencas colectoras. Esta tasa de almacenaje alcanza el 45% para la represa de Chiluiscocha. Sólo el sitio de Huancarcocha permitiría, si se desplaza la represa unos 200 m., aumentar el tamaño del lago-reservorio. Estos lagos muy amplios pero poco profundos (el de Huancarcocha tiene un promedio de tres metros de profundidad y una superficie de unas 90 hectáreas) sufren pérdidas por evaporación e infiltración, siendo la textura del suelo muy arenosa.

El caudal a la salida de las represas se regula con la ayuda de una llave que acciona una compuerta. En la práctica, ésta se mantiene abierta o cerrada. Las cinco horas de camino que por lo menos separan los lagos del pueblo de Pampas pueden explicar que, en la práctica, no se modifica más frecuentemente la posición de esta llave.

El encauzamiento del agua, realizado en el lecho natural del río Pampas hasta las tomas de agua de los diferentes canales, está expuesto a numerosas pérdidas. Estos canales, de origen preincaico, no están revestidos o lo están sólo en parte. La aparición de una flora característica y de eucaliptos en aval de los canales indica una fuerte infiltración. Pero las pérdidas resultan principalmente por el mal cierre de las salidas de agua hacia las parcelas luego de la irrigación (estas salidas son cerradas generalmente con bloques de piedras y de tierra encespada), y de las turbulencias fuertes durante el recorrido por zonas rocosas o de muy fuertes pendientes.

Para el canal de Pampas-Oyunco, el caudal en la toma de agua equivale a 105 l/s; en la entrada de las parcelas más alejadas cae a 40 l/s; o sea más de 60% de agua perdida en más de 10 km. de canales principales y secundarios. Son estas pérdidas las que los organismos de desarrollo procuran eliminar al revestir los canales principales, siendo el trabajo hecho por los regantes.

Sin embargo, y de manera idéntica a las observaciones hechas por el valle del Chancay (GRESLOU y NEY, 1986) toda esta agua "perdida" circula subterráneamente, aprovisiona las napas freáticas y alimenta los canales río abajo (Figura 3). Estas pérdidas son toleradas porque resultan "necesarias". Quererlas reabsorber revistiendo los canales puede ocasionar conflictos con los usuarios de más abajo.

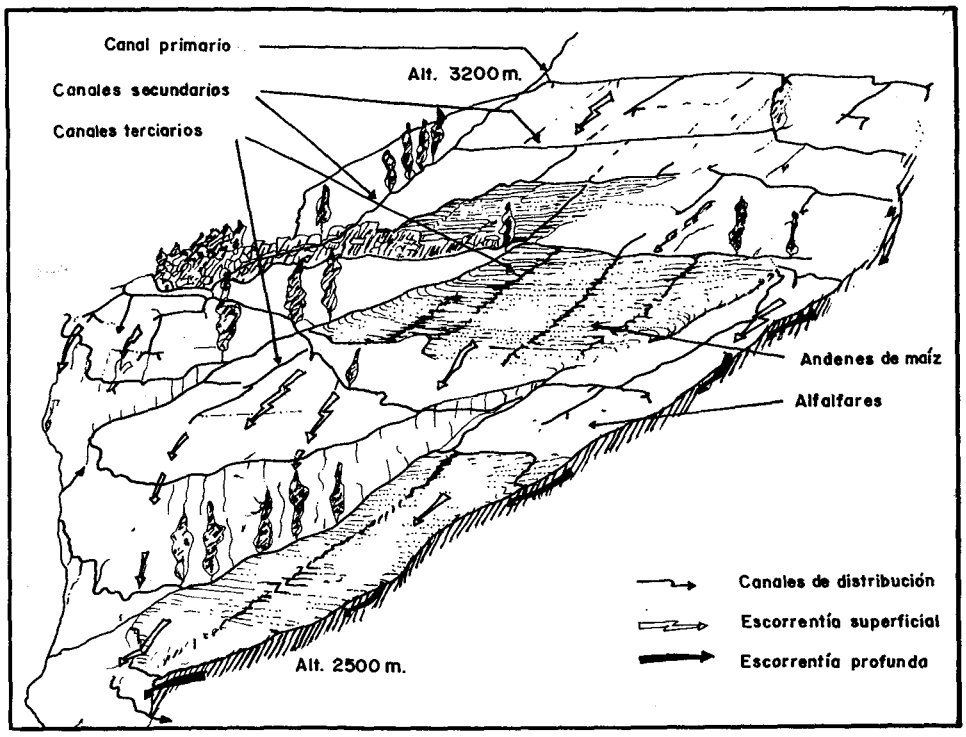


Figura 3: Circulación del agua en el territorio.

El terreno irrigado: alfalfares y maizales

Todas las tierras de Pampas son irrigadas. Dada la escasa superficie plantada con frutales, el agua disponible durante la estación seca se redistribuye esencialmente en dos zonas de producción: una zona de producción es una porción del ecosistema cultivado definida por un medio físico corregido por acondicionamiento, una sucesión de cultivos o una formación vegetal dominante: los alfalfares y los maizales (Figura 2).

— Los propietarios de los potreros que no residen en la comunidad arriendan o hacen cultivar su alfalfa por un jornalero contratado a destajo. Cuando la alfalfa se arrienda por cada corte, los trabajos de irrigación quedan a cargo del propietario. Después del volteado de la alfalfa, la parcela es arrendada por un ciclo vegetativo; el inquilino efectúa entonces en su nombre todos los trabajos de mantenimiento de la red y las diligencias frente a los administradores del agua para beneficiarse con el derecho a la irrigación. Las obras antierosivas, cuando las hay, son res-

tos de terrazas o taludes de piedra que protegen los canales de desvío del agua. Estas parcelas son sometidas a una rotación de 6 a 8 años de alfalfa, pastoreada principalmente por las vacas lecheras y los becerros, y de dos años de maíz (junto con habas, frejol, calabaza y cebada). El volteado de la alfalfa es decidido por cada campesino en función del estado de cobertura por las adventicias (*Pennisetum clandestinun* esencialmente). La labranza y los dos deshierbes realizados al maíz contribuyen a limpiar en gran parte a la parcela. Los agricultores, considerando que la alfalfa precedente es suficiente para restituir la fertilidad, no llevan ningún tipo de abono, ni mineral ni orgánico. La fertilización se limita a las deyecciones dejadas por los animales durante el pastoreo.

— Las tierras que quedan en terrazas se reparten en 4 maizales que aparecen como islotes en un terreno ocupado esencialmente por alfalfares y surcado por canales secundarios. Cada canal sirve entonces a varios cultivos y varios acondicionamientos (Figura 3).

Estos maizales ocupan generalmente las partes bajas de las vertientes con relieves muy suaves (pendiente inferior a 20%) ubicados en terrazas horizontales sostenidas por muros de piedra. Estas terrazas son cultivadas con maíz año tras año, ya sea solo o con haba, frejol, quinua, calabaza y cebada. Las parcelas reagrupan verticalmente una o varias terrazas, con una superficie variable de 20 a 100 m^2, susceptibles de ser irrigadas a partir de la misma toma de agua. No son éstas cercadas sino el conjunto del maizal durante el cultivo del maíz, hasta después de la cosecha en que el ganado llega a pastorear los residuos. Se comprende así que las fechas del inicio de la siembra y del fin de la cosecha sean fijadas colectivamente, en función de la duración del ciclo del maíz o sea de la altitud. Los maizales de Quische (2500 a 2580 m. de altura) y de Pampas (2600 a 2720 m.) son sembrados en enero, y en agosto se cosecha el maíz seco. Los maizales de Bellavista (2960-3000 m.) y de Oyunco (2980-3100) en su mayoría son sembrados a fines de octubre y cosechados a principios de junio, y marginalmente sembrados en agosto para una cosecha de grano lechoso (choclo) en enero.

Las prácticas culturales del maíz en terraza sólo difieren de las del maíz en pendiente por la labranza y la fertilización que dependen del cultivo precedente. El volteado de la alfalfa es una operación trabajosa que implica deshierbe. La labranza-siembra es una operación de recuperación de un terreno mullido todos los años que puede realizarse con el arado en terrazas de más de 100 m^2 y de más de 2 m. de ancho. Pero son escasos los campesinos que pueden mantener un par de bueyes. Las deyecciones animales recogidas en los lugares de reposo de los rebaños se esparcen dos o tres días antes de la siembra. Si bien son pocos los campesinos que colocan úrea en su maíz, ello ocurre tanto por falta de medios que para preservar la calidad alimenticia de los granos de maíz, específica de Pampas, y diferente de un maizal a otro. Esta cualidad, reconocida por el grano tostado ("cancha") tiene, en efecto, un precio durante el trueque de productos de crianza de animales de las comunidades de altura.

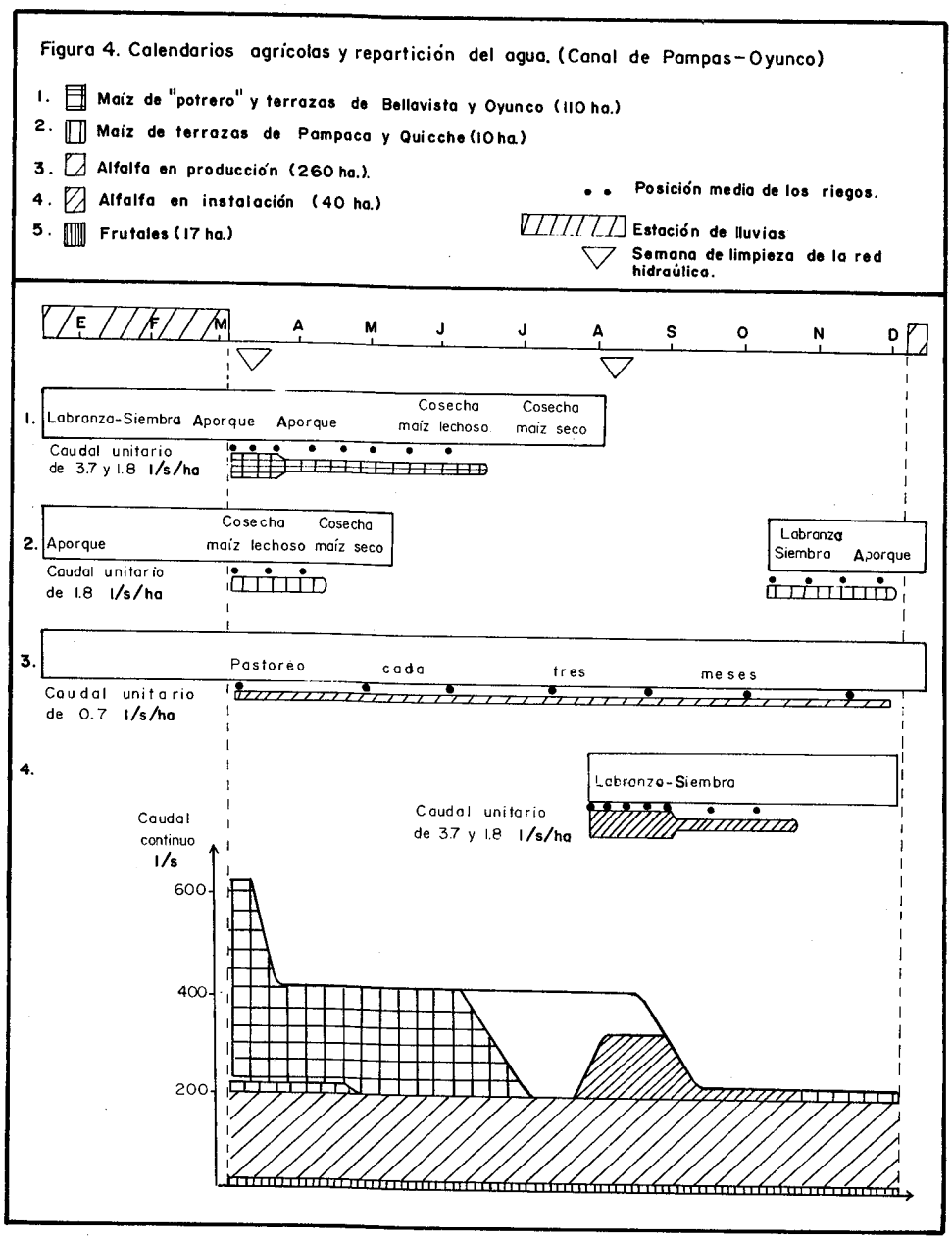
Cada maizal, que es de superficie reducida, es irrigado en su totalidad en uno o dos días. El caudal utilizado equivale entonces a la mitad o a las tres cuartas partes de "mita", teniendo cada regante derecho a usarlo durante un determinado lapso: 30 minutos promedio por 150 m^2. Así, cada terraza es sucesivamente irrigada, comenzando por las de arriba hasta las de abajo. Para remediar el problema de la dispersión de sus parcelas en el maizal, los regantes se asocian entre familias para que el agua llegue a grupos continuos de terrazas.

Las dos zonas de producción (alfalfares y maizales) ocupan un mismo tipo de suelo constituido por un horizonte arenolimoso de unos 40 cm de espesor, el cual descansa en un horizonte arcilloso que proporciona lo esencial de la reserva de agua útil (inferior a 80 mm). Se puede prever un período difícil cuando el desarrollo de las raíces resulta aún insuficiente para alcanzar el horizonte arcilloso. Un aporte frecuente de agua, si bien no en gran cantidad, es indispensable al momento de la iniciación de los cultivos.

Irrigación y ciclos de cultivos

La irrigación condiciona en gran parte al calendario agrícola (Figura 4).

Se busca mantener el mayor tiempo posible la alfalfa, cuyos costos de instalación (siembra) y de volteado (mano de obra) son elevados. Su siembra puede realizarse en abril durante la



época del segundo deshierbe del maíz plantado en enero y beneficiarse así del agua de riego traída para el maíz. Sin embargo, el maíz, que tiene en esta fecha una tasa máxima de cobertura del suelo, compite con las plántulas de alfalfa y reduce a la vez localmente la ETP. Así, la mayor parte de la siembra se realiza en agosto, mediante irrigación, luego de la cosecha del maíz y del pastoreo de los residuos, evitando de ese modo cualquier competencia entre cultivos y a nivel de tiempo de trabajo.

Se sigue el cultivo de maíz con mucha atención puesto que representa la base de la alimentación del campesino, así como un valor de intercambio. Se desea una producción de 2 a 3 toneladas por hectárea, así como el más amplio escalonamiento de la cosecha de grano en estado lechoso (choclos).

Las necesidades de agua que tiene el maíz dependen de la posición del ciclo y, por ende, de la fecha de la siembra que, como lo hemos visto, varía según la altura. El maíz es sembrado en Pampas en tres épocas diferentes:

— En octubre se siembran las 8 ó 10 hectáreas de maizales de Bellavista y Oyunco (Figura 2) para cosechar los choclos en los meses de abril y mayo, cotidianamente, según las necesidades del consumo familiar; en total se saca así la mitad de la producción de estas parcelas, el resto se recoge seco en junio. Esta siembra de octubre es poco extendida, pues la producción obtenida es por lo general suficiente dentro de la óptica actual de un autoconsumo familiar. Sin embargo, toda el agua disponible es utilizada.
— Desde fines de diciembre hasta mediados de febrero los campesinos siembran la totalidad del maíz cultivado en los potreros y en los maizales de Quische y Pampaca (Figura 2). Los días de labranza y siembra son escogidos en función de las lluvias y de la existencia de mano de obra suficiente. Ahora bien, los niños que estudian en la ciudad disfrutan en esta época de sus vacaciones escolares; de otro lado, la ausencia de irrigación deja libre a una parte de la mano de obra familiar. El problema es tener lluvias lo suficientemente abundantes como para permitir una buena germinación, pero no en exceso pues ello ahogaría a los retoños. El maíz es cosechado en junio en estado lechoso, y maduro a principios de agosto. Los rendimientos obtenidos varían considerablemente de un año a otro en función de las lluvias al inicio del ciclo y de la ocurrencia de heladas nocturnas en el mes de mayo. Según el testimonio de los agricultores, las necesidades de agua que tiene el maíz no son satisfechas plenamente.
— Marginalmente, y por razones no muy claras, se realiza a veces en agosto una tercera siembra en dos o tres hectáreas de los maizales de Oyunco y Bellavista. Se observa un buen desarrollo vegetativo, pero los choclos cosechados en enero son pequeños y de grano reducido.

EL CONTROL DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

Las instancias comunales

En la cuenca del Pampas dos pueblos se benefician de la misma red de irrigación: Pampas y Casinta.

La gestión del agua es una de las últimas potestades que quedan bajo responsabilidad de la organización comunal. Está asegurada por la asamblea de regantes compuesta en cada comunidad por un presidente, por un "administrador de agua" para cada canal principal y por todos los regantes. En Casinta, el presidente de la asamblea de regantes es también presidente de la comunidad. La función de esta asamblea es elegir al presidente y a los administradores por un período de dos años, llevar las cuentas de la caja de los regantes y confirmar las normas de distribución del agua. El administrador tiene la tarea de organizar y vigilar la distribución del agua entre los regantes. Para el efecto elabora al inicio de su mandato y pone al día el "padrón de regantes", descrito más arriba, que hace las veces de censo. Controla durante todo el año el buen funcionamiento del canal y de su red dependiente; convoca dos veces al año (en abril y setiembre) a todos los regantes para la limpieza de los canales. Estos trabajos colectivos son obligatorios para quien quiere conservar su derecho a la irrigación siendo motivo de la celebración de las principales fiestas locales.

La distribución de los turnos de agua es planificada para una semana o quince días en período de estiaje durante las asambleas que se realizan los jueves en la plaza del pueblo: en Oyunco para el canal Pampas-Oyunco, en Bellavista para los canales de Bellavista y Calapampa,

y los domingos en Casinta para este último canal (Figura 1). Cada campesino pide entonces al administrador que le reserve la cantidad de agua que se le otorga en el "padrón de regantes". Luego da 1 "inti" al momento de este estudio en 1987 (4) a la asociación de regantes por "mita" de agua, y deberá un día de trabajo por cuatro "mitas" empleadas, trabajo que servirá para limpiar el canal de irrigación. Es también durante estas asambleas que se deciden las fechas de labranza, siembra y cosecha de los maizales.

De otro lado, los presidentes y administradores de las dos comunidades se reúnen para decidir las fechas de apertura de las represas y su tiempo de empleo. La aplicación de las decisiones tomadas es vigilada por los dos presidentes de las asambleas de regantes.

Controles en cadena

La gestión del agua consiste en emplear lo mejor posible el agua almacenada en las tres represas. La asociación de regantes controla, mediante representantes elegidos, tres niveles de la red:

— La fecha de apertura de la primera represa, el orden de apertura de las siguientes, constante de un año al otro. Actualmente el tipo de la evacuación sólo depende del volumen almacenado, de allí la importancia de la estación de lluvias.
— La repartición del agua en los cuatro canales principales por las tomas de agua en el lecho del río, provistas de vertederas para desviar el agua en exceso.
— Después, para cada uno de ellos, la distribución del agua entre las parcelas en función de su superficie y del cultivo practicado.

Los tres lagos no son utilizados simultáneamente. En 1987, el de Chiluiscocha fue abierto el 10 de abril y vaciado con un caudal promedio de 300 l/s en 25 días. El de Pumacocha fue vaciado con el mismo caudal a partir del 6 de mayo. Finalmente, el de Huancarcocha fue abierto el 2 de junio y vaciado en 110 días con un caudal de 400 l/s.

En período seco, el agua proveniente de los lagos de altura es desviada por completo empleando una empalizada de piedra y tierra hacia el único canal de Pampas-Oyunco. Su caudal varía: de 600 l/s en época de lluvias (diciembre-marzo), pasa a 420 l/s en régimen controlado por represas de altura (abril-setiembre), y termina en 200 l/s en el estiaje (octubre-diciembre). Este caudal es regulado por un vertedero a nivel de la toma de agua en el río Pampas y también podría serlo por la apertura más o menos importante de las compuertas a nivel de los lagos.

Por el contrario, la cantidad de agua circulante en los tres canales inferiores (Bellavista, Calapampa y Casinta) es constante durante la estación seca. Ella proviene en pequeña medida del excedente del primer canal y de fuentes secundarias (el canal de Bellavista recupera el agua de dos lagos glaciares no acondicionados), pero en gran parte del agua infiltrada río arriba, sea en las parcelas irrigadas, sea en los canales mismos.

La repartición del agua en cada canal está muy relacionada con la superficie irrigada (Tabla 1).

TABLA 1

Caudales y superficie irrigada por canal

Canales	Superficie irrigada ha.	Caudal promedio abril-setiembre l/s
Pampas	410	420
Casinta	186	120
Bellavista	104	105
Calapampa	60	60

(4) Un inti vale 30 cts. en 1987.

Se constata que en los canales de Pampas-Oyunco, Bellavista y Calapampa, el caudal unitario promedio es de 1 l/s ha. El caudal del canal de Casinta sólo representa las 2/3 partes: 0.64 l/s. Volveremos con más profundidad sobre esta jerarquía en el suministro de agua de los pueblos. Sin embargo, el agua menos desperdiciada en Casinta satisface las necesidades de los cultivos en condiciones similares a los de Pampas.

La cantidad de agua concedida a cada parcela depende de dos factores: de la superficie, independientemente del cultivo en el lugar, va a depender el número de "mitas" (5) distribuido por toma de agua. Pero del cultivo va a depender la frecuencia de distribución. Esta última, para un cultivo dado, es idéntica para todos los regantes. Por el contrario, el número de "mitas" concedido por hectárea fluctúa, sólo para el canal de Pampas: entre 0.5 y 2.5 "mitas" por hectárea, con un promedio de 1.25. En las noches, por compensación, los campesinos disponen de más agua, pero esto no explica toda la variabilidad. ¿Será consecuencia de la desigualdad social entre los regantes, algunos de los cuales usan su posición de poder para beneficiarse con un suplemento de agua?; o bien ¿las prácticas se alejan bastante de las reglas? Es por eso que el estudio de la disponibilidad de agua por cada turno de irrigación sólo puede efectuarse a escala de la parcela.

MODOS DE IRRIGACIÓN Y EFECTO EROSIVO A NIVEL DE LA PARCELA

El manejo de la irrigación por las instancias comunitarias se detiene en la repartición del agua entre cada regante. Los patrones así establecidos son lo suficientemente amplios como para dejar que el campesino adapte como mejor le parezca su forma de irrigación: en efecto, por lo general dispone de un excedente de agua, y puede entonces escoger regar en menos tiempo (menos de 8 horas). Esto plantea otra cuestión: la gestión del trabajo agrícola al interior de cada explotación.

Se dan todos los casos entre el campesino deseoso de librarse rápidamente de este trabajo (que es lo más frecuente), el cual empleará el máximo caudal permitido durante un período corto, y el campesino más sensible a los problemas de erosión, que utilizará escaso caudal durante el máximo período de tiempo autorizado, haciéndose ayudar por su vecino en caso de necesidad a fin de controlar lo mejor posible el escurrimiento del agua. Por lo general, en una irrigación nocturna se utilizará el máximo caudal.

Los volúmenes acarreados de agua podrán, pues, variar en una misma superficie de cultivo. El acondicionamiento de las parcelas y su superficie juegan también un papel importante en el manejo del agua. Este difiere por completo si se trata de pendientes o de terrazas.

En terrazas

En las terrazas, el maíz es sembrado en hoyos alineados o dispuestos de manera aleatoria. Durante los deshierbes, el campesino hace con la azada pequeños surcos a lo largo de la terraza, surcos que no resisten las irrigaciones sucesivas. Siendo la pendiente inferior a 3% y la distancia que separa el punto de desvío del de evacuación del agua inferior a 100 m., el agua distribuida discurre lentamente sin cargarse de tierra e inunda la terraza antes de infiltrarse en ella (Figura 5). Durante la irrigación, el campesino interviene poco en la parcela, cualquiera que sea el estado vegetativo del maíz.

Las pérdidas de tierra por ciclo natural, medidas en las parcelas bajo control, llegan a un promedio de 0.15 kg/m^2 para un escurrimiento en la parte inferior de la parcela de 18 mm., lo que es muy poco.

En pendiente

En los potreros, el agua discurre por un canal de repartición empedrado en sentido de la pendiente, luego es conducida por pequeños canales de escurrimiento a fin de ser distribuida en la subparcela inferior (Figura 6). La longitud de escorrentía corresponde a la distancia que sepa-

(5) Volumen de agua correspondiente al caudal que transita en un canal durante 8 horas.

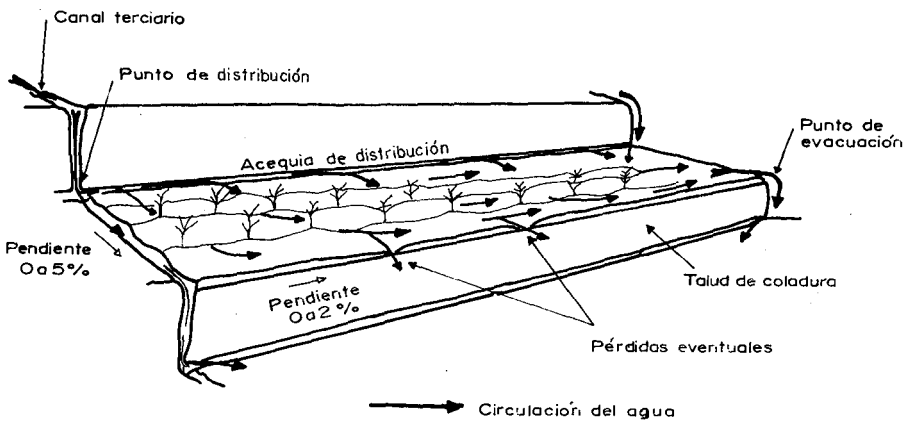


Figura 5: Distribución del agua en una terraza.

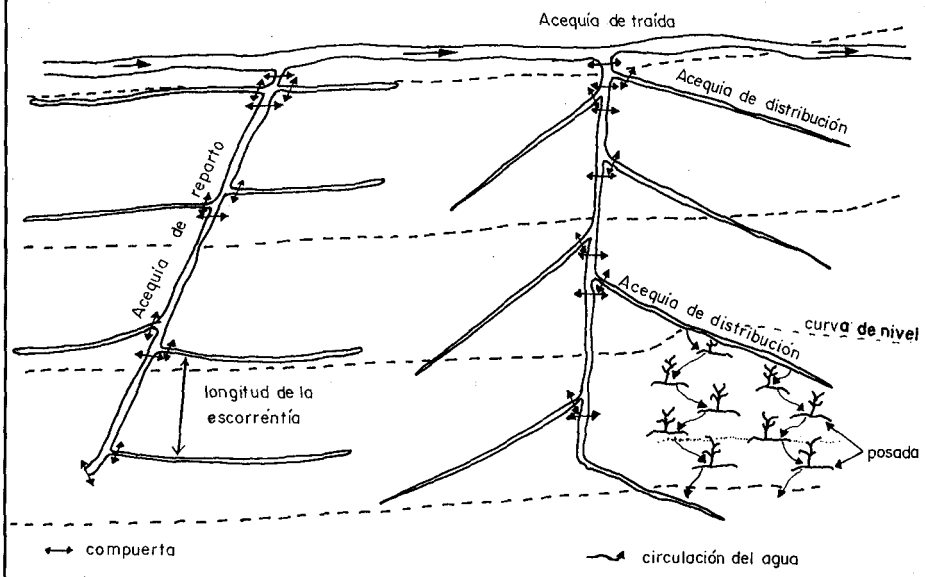


Figura 6: Irrigación por gravedad en potreros de fuerte pendiente.

ra dos canales de desvío o, en ausencia de éstos, a la longitud de la parcela. Mientras más aumente esta distancia, mayor será el volumen de agua que se tenga que utilizar. De otro lado, la velocidad de la escorrentía aumentará, así como la cantidad de tierra desprendida.

Al aumentar el caudal de agua transportada en lo alto de la parcela, el campesino acentúa la capacidad erosiva del escurrimiento. Asimismo, la circulación del agua se hace más difícil de controlar y tendrá la tendencia a desplazarse por canales preferenciales. De un modo general, el campesino siempre procura privilegiar la infiltración del agua en lo alto de la parcela frenando al máximo el encauzamiento del agua mediante obstáculos, bloques de tierra, pajas, guijarros. Esta práctica supone un gran despilfarro del agua en lo alto de la parcela, así como circulaciones de agua hiposuperficiales. Estas pérdidas se añaden a las otras, inherentes a toda irrigación de superficie: sólo se cierra el canal de llegada cuando la capacidad de campo (6) en la parte inferior de la parcela está plenamente restituida. De nuestras mediciones se deduce que para el cultivo del maíz, cualesquiera que sean las condiciones topográficas, edáficas y los caudales de agua en lo alto de la parcela, la cantidad de agua que las plantas utilizan nunca representa más del 30% del agua transportada.

En una parcela en pendiente las consecuencias de estos manejos del agua sobre las pérdidas de tierra varían según el cultivo: maíz o alfalfa. El maíz es sembrado en hoyos no alineados y a un paso de distancia entre sí. Durante los deshierbes, el campesino trata de hacer "posadas" alrededor de cada hoyo. Durante la irrigación, llena cada uno de ellos conforme va bajando (Figura 6). Este control del agua, si es eficaz y bien realizado cuando el maíz es tierno, y que permite al campesino desplazarse sin problema alguno por la parcela, se vuelve más aleatorio cuando se desarrolla la cubierta vegetal. El agua circula entonces de una "posada" a la otra ahondando rápidamente los canales que se profundizan en sentido de la pendiente. La cantidad de tierra en el agua recogida en la parte inferior de la parcela alcanza los 100 g/l a la salida de las parcelas de maíz al inicio del ciclo. La inclinación de la pendiente es apenas de 20%, pero la cantidad de tierra que tiene el agua se duplica cuando la pendiente pasa del 20 al 40%, y se cuadruplica al llegar al 60%. Las pérdidas de tierra que resultan de la irrigación por pendiente, una vez llevadas a un ciclo de cultivo de maíz, son de un promedio de 26 kg/m^2 para una escorrentía en la parte inferior de parcelas de 288 mm.

En los potreros, la cobertura del suelo divide la película de agua en pequeños canalillos, retarda el escurrimiento y favorece la infiltración y el depósito de partículas terrosas arrancadas más arriba. Constatamos que la cantidad de tierra en el agua es nula a la salida de las parcelas de alfalfa. No parece, pues, que el problema de la erosión esté ligado a la escorrentía superficial. Pero el agua que se filtra en profundidad corre el riesgo de acumularse entre el horizonte arcilloso y la roca madre. Tan pronto como este horizonte arcilloso se ha ablandado, una ligera presión o el simple peso del suelo en una pendiente de más de 55% hace que sea móvil. En el valle del Pampas, semejantes desplazamientos han originado toda una serie de pequeños lupas de desprendimiento que se observan en casi todos los potreros. Cualquier obstáculo que provoque una acumulación de agua localizada se convierte en un factor fragilizante: escarpas, rupturas de pendientes, restos de terrazas o incluso infraestructuras antierosivas recientemente instaladas.

UNA ESTRECHA RELACIÓN ENTRE GESTIÓN DEL AGUA Y DEL ESPACIO

Al comparar los calendarios agrícolas y las cantidades de agua impartidas para cada planta con las superficies cultivadas, evaluamos las cantidades de agua consumidas en cada uno de los diferentes ciclos de cultivo. Luego son comparadas con la cantidad de agua disponible, representada en la figura 4 por un "sobre" que está en función del caudal a la salida de las represas. Ponemos así en evidencia elementos de diagnóstico que nos permiten determinar qué mejoras pueden hacerse.

(6) La capacidad de campo es la cantidad máxima de agua que el suelo puede retener en condiciones en que su drenaje es satisfactorio.

— Las superficies totales cultivadas hacen uso durante casi todo el año del agua disponible: parece entonces difícil aumentar la frecuencia de los turnos de agua sin aumentar el volumen de agua disponible.
— Al interior de la zona irrigada, parece difícil modificar la superficie afectada en cada ciclo. Por ejemplo, en la figura 4 vemos que las escasas superficies sembradas en el mes de octubre hacen uso de todo el agua disponible en esta época.
— La implantación de la alfalfa se realiza básicamente en el mes de agosto a fin de utilizar el agua disponible luego de la cosecha de maíz, pero resultaría más fácil realizarla en época de lluvias (disponibilidad de agua más frecuente —estadísticamente cada tres o cuatro días—, y repartida homogéneamente en la parcela). Pero después entraría en competencia, más allá del empleo de mano de obra a fines del período de lluvias, con la siembra del maíz que en tanto que cultivo para el consumo es considerado como prioritario. Esta implantación de alfalfa en el mes de agosto deja, por otro lado, una cantidad determinada de agua no utilizada.

De este modo la comunidad adapta el uso del espacio, de extensión limitada, a la disponibilidad de agua. Sin embargo, la adecuación de los volúmenes de agua a las necesidades de los cultivos no es óptima en todos los casos.

Comparando las reservas hídricas retenidas en los horizontes explotados por las raíces con la exigencia climática de los cultivos, evaluada por la evapotranspiración máxima mensual (ETM) (Figura 7), elaboramos un indicador para evaluar este nivel de adecuación: el número de días, sin aporte de agua suplementaria, durante el cual la planta se alimenta a partir de la reserva de agua del suelo utilizada fácilmente por las raíces, es decir sin estrés hídrico. Comparándolo con las frecuencias de distribución de los turnos de agua observados (Figura 8), se da un exceso de agua a fin de la época de lluvias (marzo y abril), por lo que la irrigación cada 8 días no se justifica. El pequeño déficit hídrico en el maíz sembrado en octubre y que ocurre al fin del ciclo tiene poca repercusión en los rendimientos. Aquí la irrigación cada 15 días se justifica plenamente. Por el contrario, el déficit que se da en abril y mayo en el maíz sembrado en enero es más preocupante. Comprende un período de gran sensibilidad en cuanto a los rendimientos.

Siguiendo con el mismo razonamiento para la alfalfa, se pone en evidencia un déficit importante durante todo el año (Figura 9).

En el valle de Pampas, los problemas que tiene el maíz para abastecerse de agua son particularmente preocupantes durante la siembra y cerca de la época de floración.

— La reserva de agua útil constituida en los horizontes arenolimosos es reducida. La realización de una buena instalación requiere, pues, de una cantidad de agua pequeña pero constante. La siembra, en período seco (agosto-octubre), se realiza mediante irrigación. Ahora bien, hemos visto que la irrigación en pendiente ocasiona un gran despilfarro de agua sin permitir por ello una buena homogeneidad de repartición; la parte alta de la parcela está siempre saturada de agua, mientras que los horizontes superiores de la parte baja con frecuencia se humedecen levemente. Sólo la lluvia con su repartición homogénea puede permitir una germinación y un brote correcto a condición de que tenga una frecuencia razonable. Generalmente el mes de diciembre (10 días de lluvia al mes) y el mes de enero (12 días) cumplen con estas condiciones.
— Durante los dos meses cercanos a la floración, un estrés hídrico tiene repercusiones directas en los rendimientos. Al reubicar este período en relación a la evolución del balance hídrico, se percibe que en las condiciones actuales de irrigación del maíz sembrado en enero la posibilidad de déficit hídrico es de 60% durante este período (en un año promedio, en el cual el déficit se inició en abril). Sin embargo, en 6 años de los 24 estudiados, el déficit empezó a mediados de febrero prolongándose durante todo el período crítico. Por el contrario, la siembra de octubre desplaza este período crítico hacia enero y febrero, meses en los que, con excepción de algunos años en particular (1979, 1980 y 1987), la probabilidad de estrés es casi nula. De cualquier modo, hemos señalado ya que ningún aumento de siembras es posible en esta época.

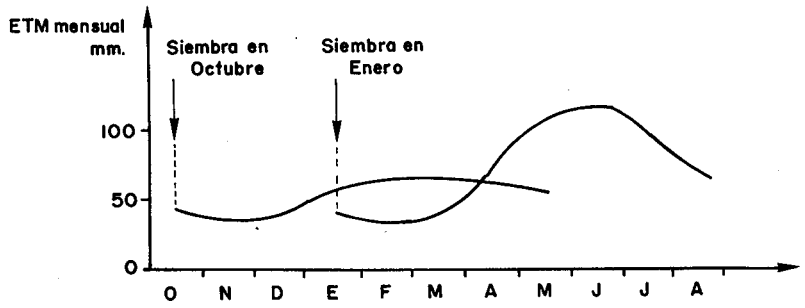


Figura 7: Evolución de la ETM mensual del maíz.

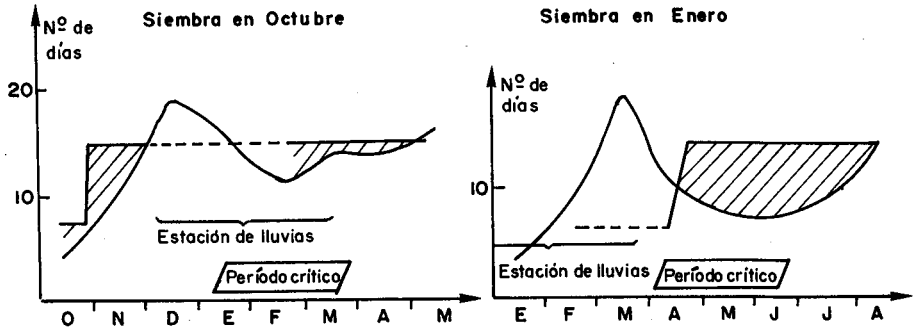


Figura 8: Evolución del número de días en los cuales la alimentación hídrica del maíz se realiza sólo gracias a la RFU.

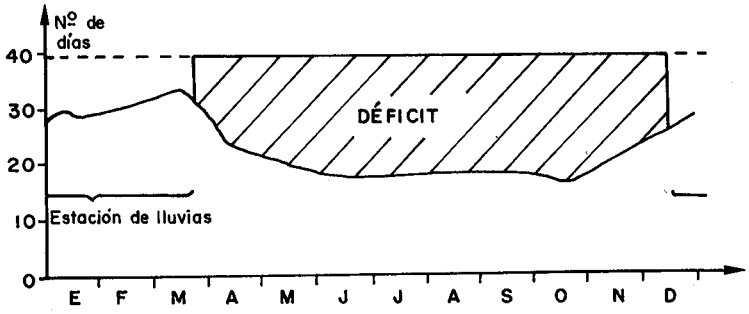


Figura 9: Evolución del número de días en los cuales la alimentación hídrica de la alfalfa se realiza sólo gracias a la RFU.

DISCUSIÓN DE ALGUNAS PROPUESTAS

Estas propuestas parten de nuestro estudio que sugiere algunos mejoramientos, sin modificación de la cantidad de agua disponible. Tomando en cuenta esta cantidad y los acondicionamientos existentes no pueden cambiar ni las superficies cultivadas ni los cultivos realizados, pero resulta posible especular con los ciclos. Por ejemplo, sería sensato proponer a los campesinos adelantar la siembra de maíz del mes de enero a inicios de diciembre, o al menos desde la aparición de las primeras lluvias a fin de reducir el estrés hídrico al 10% del período crítico.

A escala de la comunidad, sólo el reajuste de los ciclos agrícolas en relación con la estación de lluvias no permite superar todas las limitaciones evocadas para la irrigación. Los campesinos podrían también contemplar la posibilidad de regular el caudal de agua a la salida de las represas.

Por ejemplo, al inicio de la estación seca, el agua que circula por el canal de Pampas-Oyunco pasa de un caudal de 620 l/s a 420 l/s (de 6 a 4 "mitas"), y el turno de irrigación del maíz se alarga de 8 a 15 días creando así un importante déficit hídrico que tiene repercusiones directas en el rendimiento (choclos delgados y más cortos). Ahora bien, al mantener un caudal de 500 a 520 l/s (5 "mitas"), los campesinos podrían irrigar cada 10 días. Esta situación es contrabalanceada enseguida desde principios de julio a mediados de agosto, entre el final de la irrigación del maíz y el comienzo de la siembra de alfalfa, cuando se reduce en esta época el caudal al mínimo necesario, es decir a 300 o 320 l/s (3 "mitas").

En la actualidad una pista está en construcción, que pasa por Casinta y que debe llegar hasta Pampas. A mediano plazo se facilitará el acceso a los centros urbanos de la costa: Arequipa y Lima (Figura 2).

Son tres las repercusiones que se pueden considerar:

— La intensificación de la producción forrajera a fin de incrementar la cantidad de quesos vendidos en los mercados de la costa. Esta intensificación no requiere necesariamente la ampliación de las superficies que ya están cultivadas con alfalfa, pero precisa modificar la distribución del agua: la alfalfa, al convertirse entonces en cultivo prioritario sería irrigada con mayor frecuencia. Es el caso de la comunidad de San Marcos, descrito por LYNCH et al. (1986).

— El desarrollo de la producción escalonada de choclo, que puede ser vendido en el mercado urbano como legumbre fresca, depende de las superficies sembradas en agosto y octubre. Necesita entonces un suplemento de agua para no perjudicar a la alfalfa.

— En las dos zonas de producción actuales (maizales y alfalfares), se desarrolla en pequeñas superficies y en alturas inferiores a los 2600 m. —o sea, en la parte baja de la red—, una producción frutal (manzana y limón), sea en asociación con los cultivos preexistentes, sea luego del cese de éstos, tiempo en que los árboles dan frutos. La extensión de estos huertos, en detrimento del maíz, constituye una estrategia de economía del agua.

Estas propuestas técnicas no pueden ser planteadas al nivel de la comunidad independientemente de la organización institucional. En cuanto al primer control en la red, en nuestro caso, la apertura de la compuerta de salida del lago o del reservorio depende de un solo grupo de beneficiarios, las posibilidades de conflicto son reducidas. No ocurre lo mismo cuando varios pueblos dependen de la misma red.

En la cuenca del río Pampas, la situación era sencilla hasta 1957. Los límites de la comunidad, del distrito y de la red hidráulica coincidían con los de la cuenca. Así, todo conflicto se resolvía a nivel del pueblo bajo la égida de la asociación de regantes. Desde fines del siglo XVIII, unas familias de Pampas colonizaron la parte baja del valle después de haber recuperado un antiguo canal incaico y formaron un "anexo": Casinta. En 1957, luego de conflictos de linderos entre Pampas y Casinta, marcados por un juicio de nueve años, este último pueblo se independizó perdiendo el acceso a los pastos naturales por conservar sólo un canal de irrigación alimentado por pérdidas en la parte baja de la red (BEY, 1988).

Se explica que la comunidad de Casinta, desfavorecida en su acceso al agua, sea la primera en solicitar ayuda exterior para construir un nuevo canal. De manera más general, un gran

número de pedidos de cemento están hechos por comunidades que irrigan gracias a las fugas de una red hidráulica situada río arriba.

Esta repartición del agua entre las dos comunidades permite evitar los conflictos que se observan en otras partes: robo de turnos de agua, desacuerdo sobre las horas de empleo de cada comunidad, tal como lo han señalado Greslou y Ney (1984) en San Juan y Huascoy (valle del Chancay). Pero la escisión entre los dos pueblos transfiere la solución de los problemas de repartición del agua, al interior de la cuenca, a nivel de una autoridad regional: la organización de los que emplean las redes hidráulicas de la cuenca del río Cañete (Fonseca, 1983). Esta tendencia a la escisión de las comunidades, cuyos límites corresponden a menudo a las cuencas, es generalizada; ésta es sin duda la principal fuente de conflictos y de juicios entre las comunidades. Pero también existen posibilidades de conflictos a propósito de la irrigación al interior de una misma comunidad.

¿Qué institución comunal está en condiciones de hacer respetar las reglas colectivas, de solucionar los conflictos y de aplicar las sanciones decididas? En Pampas, la asamblea de regantes, puesto que en efecto ella corta el agua al que no hace uso de su turno o porque no participa en los trabajos comunales obligatorios de limpieza de los canales, se ha convertido en la única instancia que asegura al pueblo un funcionamiento coherente.

El paso de una comunidad de comuneros (7) a una comunidad de regantes (8) es el resultado de dos fenómenos:

— El territorio cultivado se limita cada vez más a los terrenos irrigados (Herve, 1988). Una vez cercadas las parcelas, no se vuelve a presentar el problema de la circulación del ganado. La función de las instancias tradicionales locales sólo se reduce a la gestión de los pastoreos naturales.
— De otro lado, los jefes de familia, miembros de la comunidad (comuneros), quieren ir a la busca de una actividad mejor remunerada en los centros urbanos y mineros. Estos comuneros difícilmente regresan a los pueblos para efectuar los trabajos obligatorios de mantenimiento de la red de riego. Algunos pagan a jornaleros de la misma comunidad, a los que no tienen tierras o a pequeños agricultores para que los hagan en su lugar. Otros pagan a la asociación de regantes el equivalente monetario de las jornadas que se adeudan. De cualquier modo, la asamblea comunal difícilmente dicta sanciones en su contra.

Por el contrario, al ser el agua un recurso escaso, los campesinos no tienen interés de ganarse sanciones que reducirían sus turnos de agua. Así, los conflictos son tratados dentro de la asociación de regantes y sólo en última instancia son vistos por la asamblea comunal. En algunos casos, la institución centralizada que administra la red de irrigación puede fundirse con la comunidad. Todos los propietarios son entonces comuneros (Puquio), y el presidente de la comunidad es también presidente de la asamblea de regantes (Acera) (Claverias et al., 1986). Esta situación es sin duda la más satisfactoria, pues evita los conflictos entre instituciones.

Pero no todos los problemas planteados por la irrigación se resuelven a escala de la comunidad. Muy por el contrario, muchos sólo son comprensibles a nivel de la parcela y resultan de prácticas de irrigación por gravedad realizadas por los regantes. Es a nivel del desvío del agua en la parcela que se verifican las pérdidas más elevadas (de 70 a 90%). Estas pérdidas, sin embargo, son fácilmente recuperables y sin costo suplementario. Si se disminuyen los caudales desviados, lo que hace que se dedique más tiempo a la irrigación, se puede evitar la concentración de la escorrentía. Sembrando en línea el maíz se confecciona en el aporque camellones de pendiente suave.

De un lado, las repercusiones de las prácticas de irrigación en la erosión de los suelos arables son bastante preocupantes: los deslizamientos en masa que se observan en las parcelas

(7) Un jefe de familia mayor de 18 años es comunero si su nombre figura en el "registro de comuneros". De acuerdo al reglamento interno de la comunidad, tiene tierras en el territorio local, tiene derecho a voto en asamblea y por lo general reside en el pueblo.

(8) "Regante": jefe de familia que explota parcelas irrigadas de las que puede ser o no el dueño, y cuyo nombre figura en el "registro de regantes".

de alfalfa y que ponen la roca madre al desnudo reducen poco a poco las superficies cultivadas. De otro lado, el desprendimiento de tierra ocasionado por la escorrentía amenaza, en el peor de los casos, con eliminar en una veintena de años los 20 primeros centímetros de suelo. Así, los agentes de desarrollo principalmente deberán dedicarse a vulgarizar una serie de prácticas antierosivas, sin perder de vista que el deseo de reducir uno de estos fenómenos de erosión puede fácilmente acentuar otro; por ejemplo, construir taludes de infiltración reduce la escorrentía pero puede favorecer los deslizamientos en masa según la textura de los horizontes subyacentes.

La mejor solución es la reestructuración del parcelario en un boscaje de vertiente, formado por una red de vallas de árboles y arbustos de fuerte raigambre que delimitan a parcelas rectangulares en sentido perpendicular a la pendiente más fuerte. Se la observa con escasa frecuencia en el paisaje. Los potreros que están entre dos canales de irrigación sucesivos tienen su mayor longitud en el sentido de la pendiente. Esta red no sólo debería demarcar los límites del antiguo parcelario, sino también fragmentarlo, aumentando las líneas de vallas perpendiculares a la pendiente. Estas facilitan la infiltración del exceso de agua en la parte baja de la parcela y producen el depósito de sedimentos arrancados más arriba, lo que contribuye a suavizar lentamente la pendiente. Debido a su profundo enraizamiento, los árboles alineados abajo de las parcelas contienen el desplazamiento en masa de los suelos. Esta reestructuración permitiría reducir más la longitud de la escorrentía y por lo mismo la cantidad de agua que se debe llevar para la adecuada irrigación de la parte baja de las parcelas.

EXTENSIÓN DEL PROBLEMA

Las mejoras propuestas no modifican la organización social. Podemos, pues, preguntarnos si las restricciones técnicas de los sistemas locales de irrigación son idénticos, cualesquiera que sean las variantes observadas en la organización social de la irrigación.

Los diferentes sistemas locales de irrigación que se mencionan en los estudios publicados desde hace cinco años en la vertiente occidental de los Andes presentan numerosas semejanzas en lo que concierne a los materiales de construcción: piedra y tierra, la administración centralizada de la distribución del agua por una asociación de regantes y de autoridades elegidas, los administradores del agua y, finalmente, los principales cultivos irrigados como el maíz, la alfalfa y árboles frutales.

Distinguimos, sin embargo, dos tipos de infraestructura de almacenamiento del agua que pueden coexistir en un mismo terreno: el lago glaciar de altura y los reservorios de volumen más reducido. También nos preguntamos sobre las consecuencias de este tipo de infraestructura y de la división de las instancias comunitarias en cada cuenca.

El principio del primer tipo de red es la creación en época de lluvias de importantes reservas de agua de altura, que serán utilizadas durante todo el período seco. Es el caso de Pampas, pero también el de San Marcos (Lynch et al., 1986), y el de determinadas redes hidráulicas del valle del Chancay (Greslou y Ney, 1986; Dollfus, 1986). Este tipo de red permite controlar el caudal de escurrimiento local muy centralizada de la irrigación y una reglamentación rigorosa de los turnos de agua. Los calendarios agrícolas son preestablecidos durante reuniones locales. La lejanía de las represas obliga a delegar la responsabilidad del control: la apertura y vigilancia de las represas está a cargo de un administrador del agua. Los campesinos dependen por completo de la asociación de regantes.

El segundo tipo de red está constituido por numerosos reservorios de poco contenido por encima de la parcela o de un grupo de parcelas. Su función es concentrar un caudal muy débil, o también almacenar el agua recuperada durante la noche para distribuirla de día en las parcelas. Esa es la situación observada en Huarochirí y San Pedro de Casta (Gelles, 1986), en el valle del Colca (Valderrama y Escalante, 1986), y en Ambana (Greslou, 1980), en la vertiente oriental seca. Este sistema no implica ningún control del volumen de agua disponible a menudo reducido y que disminuye durante el período seco. La repartición del agua entre cada reservorio es la única obligación comunal que tiene el campesino: él dispone después de absoluta libertad para llevar el agua a su parcela. Su dependencia frente a la administración del

pueblo es mínima y la capacidad de las instancias locales para aplicar las reglas escasa. Los conflictos de distribución del agua se resuelven directamente, y a veces de manera violenta, entre individuos o a nivel del grupo de regantes que dependen del mismo reservorio.

En este caso, algunos pueden tener interés en que no exista ningún reglamento: es el más fuerte el que tiene acceso al agua (Bunker y Seligmann, 1986). Esta situación es tanto más frecuente cuando el agua es escasa y las unidades de producción son diferenciadas.

A estos dos tipos de red corresponde un riesgo de pérdida de agua diferente: en el primer caso, el agua que proviene de las represas se emplea simultáneamente en varias partes de la comunidad tanto de día como de noche; el agua que no se utiliza entre los turnos de los campesinos se escurre libremente al final del canal, al tiempo que la lejanía del reservorio reduce las posibilidades de regulación de las compuertas. Por el contrario en el segundo caso estas pérdidas son menores, pues al terminar el campesino su irrigación, puede guardar el agua en el reservorio.

Pareciera que independientemente del tipo de red, la concesión del agua puede ser igualitaria, al menos en teoría.

En los pueblos de Huarochirí y San Pedro de Casta (Gelles, 1986), de San Juan y Huascoy (Greslou y Ney, 1986), el agua es distribuida en partes iguales a todos los regantes independientemente de la superficie explotada. En la práctica, el campesino gran propietario comprará al pequeño propietario toda el agua que éste no utilice. Estas operaciones de compra y venta significan una redistribución, pero cada parcela recibe a la postre una cantidad de agua equivalente.

En los pueblos de San Marcos (Lynch et al., 1986), Yanaquihua (Benon, 1988) y Pampas, las raciones de agua concedidas a la parcela están en relación con su superficie; cuando se compra una parcela, se compra al mismo tiempo el agua que le corresponde.

CONCLUSIÓN

Las referencias obtenidas de este estudio nos permiten concluir que el agua disponible es suficiente en Pampas. El punto de partida de los organismos de desarrollo, la demanda de los agricultores, es insuficiente para definir una forma de intervención capaz de resolver los problemas reales. Aún si los campesinos manejan su irrigación y perciben bien los problemas, ellos sólo plantean a veces lo que suponen que les interesa a sus interlocutores.

Ahora bien, un diagnóstico del funcionamiento de una red hidráulica únicamente es posible si se delimita el sistema de riego, con su entrada y salida y si se sigue la circulación del agua hasta las parcelas regadas y al final, hasta el lugar donde se tendrá que medir el caudal de salida. También se ha superado el concepto restrictivo de la optimización del empleo del agua reemplazándolo por la evaluación de las pérdidas de agua y tierra, el nivel de satisfacción de las necesidades de agua que tienen los cultivos y el funcionamiento de las instancias locales de control.

Realizado en primera instancia independientemente de la organización social de la irrigación, este diagnóstico nos indica los niveles de control y las mejoras posibles a cada nivel. En un segundo momento, nos preguntamos qué instancias locales podrán realizar los ajustes propuestos a escala del territorio comunal.

La irrigación por gravedad en pendiente muy fuerte plantea en Pampas numerosos problemas: un despilfarro de agua considerable durante el desvío, un déficit hídrico cercano al período de floración del maíz, fase crítica para los rendimientos y, por último, preocupantes pérdidas de tierra en pendiente debido a la escorrentía en el maíz y el deslizamiento en masa del suelo en las parcelas de alfalfa.

El análisis institucional pone en evidencia los conflictos entre campesinos e instancias locales y entre comunidades que son consecuencia de reglas mal establecidas o de una autoridad incapaz de hacerlas respetar. Este mal funcionamiento del sistema de irrigación a menudo está relacionado con recursos hídricos escasos o dispersos, lo que implica el uso de pequeños reservorios de agua en la parte superior de las parcelas. En Pampas, en donde el régimen está contro-

lado por represas en la altura y en otras redes de altura ligadas a un río de caudal importante, estos conflictos no llegan a perturbar la organización de la distribución del agua.

Las conclusiones del diagnóstico agronómico a nivel de la parcela siguen siendo válidas para la modalidad de acarreo del agua al campo y de condiciones topográficas similares, cualesquiera que sean las fuentes de aprovisionamiento de agua. Las recomendaciones propuestas para el valle del Pampas serían transferibles, pues, a las otras redes de irrigación encontradas a lo largo de la vertiente occidental. Se trata de mejorar la gestión del agua actualmente disponible revisando las fechas de siembra y de proponer módulos de agua más adecuados al parcelario. En Pampas esto consistiría en reducir el tiempo de la "mita" de 8 a 3 ó 4 horas, controlando efectivamente el tiempo de riego del agricultor.

En pueblos como Pampas en donde la agricultura se orientará a mediano plazo hacia los mercados de las metrópolis costeñas, sería deseable incrementar los volúmenes de agua almacenados en altura a fin de no abandonar los cultivos de panllevar. Sobre todo hay que tomar precaución para revestir las represas y canales, ya que las pérdidas en la parte de arriba pueden ser aprovechadas en la parte de abajo.

Finalmente, más que el tamaño del reservorio, lo que caracteriza el tipo y el funcionamiento de una red de irrigación es la definición de la unidad del agua asignada a cada parcela, la identificación de las compuertas, de las instancias y niveles de control y de las prácticas de irrigación en la parcela, pues se constatan diferencias entre reglas y prácticas.

Bibliografía

BENON, A. 1988: "La agricultura de Yanaquihua: importancia del problema del agua en el desarrollo", **Ruralter,** Lima, 2: 53-73.

BEY, M. 1988: "Estructura y dinámica de la comunidad campesina. Estudio comparativo de Casinta y Tomas". In **Informe final proyecto PAEC,** anexo 16, UNALM — ORSTOM, Lima: 455-506.

BUNKER, S.G. y SELIGMANN, L.J. 1986: "Organización social y visión ecológica de un sistema de riego andino", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 27: 137-178.

CLAVERIAS, R.; VILLEGAS, A.; SALAS, B. y AGUILAR. P. 1986: "Sistema de riego y estrategias productivas en las economías campesinas andinas", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 27: 203-238.

DOLLFUS, O. 1986: "Deux ou trois choses sur l'irrigation dans un village des Andes Sèches", **Techniques et Cultures,** CNRS, Paris, 7: 227-235.

ESPINOZA SORIANO, W. 1971: "Agua y riego en tres Ayllus de Huarochirí: siglo XV y XVI", **Revista del Museo Nacional,** Lima, 37, 3: 145-166.

FONSECA, C. 1983: "El control comunal del agua en la cuenca del Río Cañete", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 22: 61-73.

GELLES, P.H. 1986: "Sociedades hidráulicas en los Andes: algunas perspectivas desde Huarochirí", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 27: 99-136.

GRESLOU, F. 1980: "Los sistemas de producción agropecuaria". In **Ambana, Tierra y Hombres (provincia de Camacho, Departamento de La Paz, Bolivia),** IFEA - MAB, Lima, 249 p.

GRESLOU, F. et NEY, B. 1986: **Un sistema de producción andino: el caso de las comunidades de San Juan y Huascoy. Valle de Chancay,** IFEA — Centro de Estudios Rurales Andinos, Lima, 178 p.

GUILLET, D. 1987: **Hydraulic paleo-tecnologies in highland Peru and their economic potential,** University of Missouri, Kansas City, USA, 26 p.

HERVE, D. 1988: "Zonas de producción y sistemas de cultivo en la cuenca alta del Cañete". In **"Sistemas Agrarios en el Perú",** UNALM-ORSTOM ed., 356 p.

LAUSENT, I. 1983: **Pequeña propiedad, poder y economía de mercado, Acos, valle de Chancay,** Instituto de Estudios Peruanos — IFEA, Lima, 424 p.

LYNCH, B.D.; FLORES, R. y VILLERAN, J.L. 1986: "Irrigación en San Marcos, transición a la tradición burocrática", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 28: 9-46.

MARZOUK SCHMITZ, Y. 1987: "L'Afrique les pieds dans l'eau?", **Cahiers d'Etudes africaines,** Paris, 107-108, XXVII 3-4: 425-433.

MITCHELL, W.P. 1978: "La agricultura hidráulica en los Andes: implicaciones evolucionarias", Museo Nacional de Historia, **Historia y Cultura,** Lima, 11: 45-78.

VALDERRAMA, R. y ESCALANTE, C. 1986: "Sistemas de riego y organización social en el valle del Colca", **Allpanchis,** Cusco, Perú, 27: 179-202.

UN SISTEMA DE RIEGO EN LOS ANDES DESÉRTICOS DEL SUR DEL PERÚ

Reflexiones sobre la metodología de estudio de las prácticas campesinas de valorización agrícola del agua

Philippe ROUSSEAU (1)

Las prácticas campesinas de valorización del agua en los Andes peruanos preocupan a muchos investigadores de varias disciplinas (cf. las largas listas bibliográficas recientemente establecidas por Coolman, 1988 y Oré, 1989). No obstante, los conocimientos adquiridos no desembocan en intervenciones elaboradas y coherentes para renovar o mejorar el uso del agua en la Sierra. Los organismos de desarrollo, públicos o privados, aún intervienen según dos esquemas opuestos:

— El organismo, en respuesta a la demanda de una comunidad, ofrece cemento; los campesinos son totalmente responsables de su proyecto, pero sin consejos ni ayuda técnica.

— El organismo ignora el sistema preexistente, al cual superpone una red moderna organizada y administrada por técnicos exteriores (casos numerosos del "Plan Meris"), no aceptada por los campesinos (Hendriks, 1988).

Tales actitudes revelan dificultades, por un lado para elaborar un diagnóstico fiable de una situación local dada que permita localizar los problemas, y por otro, para adaptar técnicas o recetas aprendidas en otra ocasión.

Hecha esta constatación, diversos autores se hacen preguntas acerca de los métodos de análisis de la irrigación que permiten poner de manifiesto alternativas concretas de desarrollo (Greslou, 1988). Estas preocupaciones no son típicamente peruanas: aparecen en forma paralela en la literatura africanista (Sautter, 1987; Marzouk Schmitz, 1987).

Las páginas que vienen a continuación concretan nuestra contribución a este debate, apoyándonos en la experiencia adquirida en el curso de dos estudios. El primero, realizado en Pampas (Cuenca Alta del río Cañete, departamento de Lima), ha sido objeto ya de diversas publicaciones (Rousseau, 1988; Rousseau, Herve y Poupon, por publicarse). Aquí, sólo utilizaremos las conclusiones para armar la demostración. El segundo, realizado en Taya (departamento de Arequipa), ilustrará nuestro procedimiento.

En el pueblo de Taya, la red hidráulica existente es objeto de un proyecto de reacondicionamiento y extensión. Frente a la degradación de las tierras actualmente cultivadas, los campesinos han proyectado desplazar sus zonas de cultivo, aprovechando tierras aún no utilizadas, en la parte baja del territorio comunal. Este desplazamiento será posible únicamente con un importante reacondicionamiento hidráulico, hacia la parte baja con una prolongación de un canal existente, y por la creación de conexiones entre dos redes, en la parte alta, a fin de modificar la distribución geográfica de los recursos hídricos.

Este proyecto, que emanaba de los mismos campesinos, pudo iniciarse gracias a diversos fondos recolectados por el sacerdote español del pueblo. Sin embargo, está sometido a la reglamentación de la CORDE y del Ministerio de Agricultura, relativa a la colonización de espacios para la agricultura.

El único apoyo técnico del que los campesinos se beneficiaron, consistió en la elaboración de la parcelización de estos nuevos territorios y en la distribución de estas parcelas.

---

(1) Agrónomo ORSTOM.

Estudio realizado en coordinación con el CICDA (Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola).

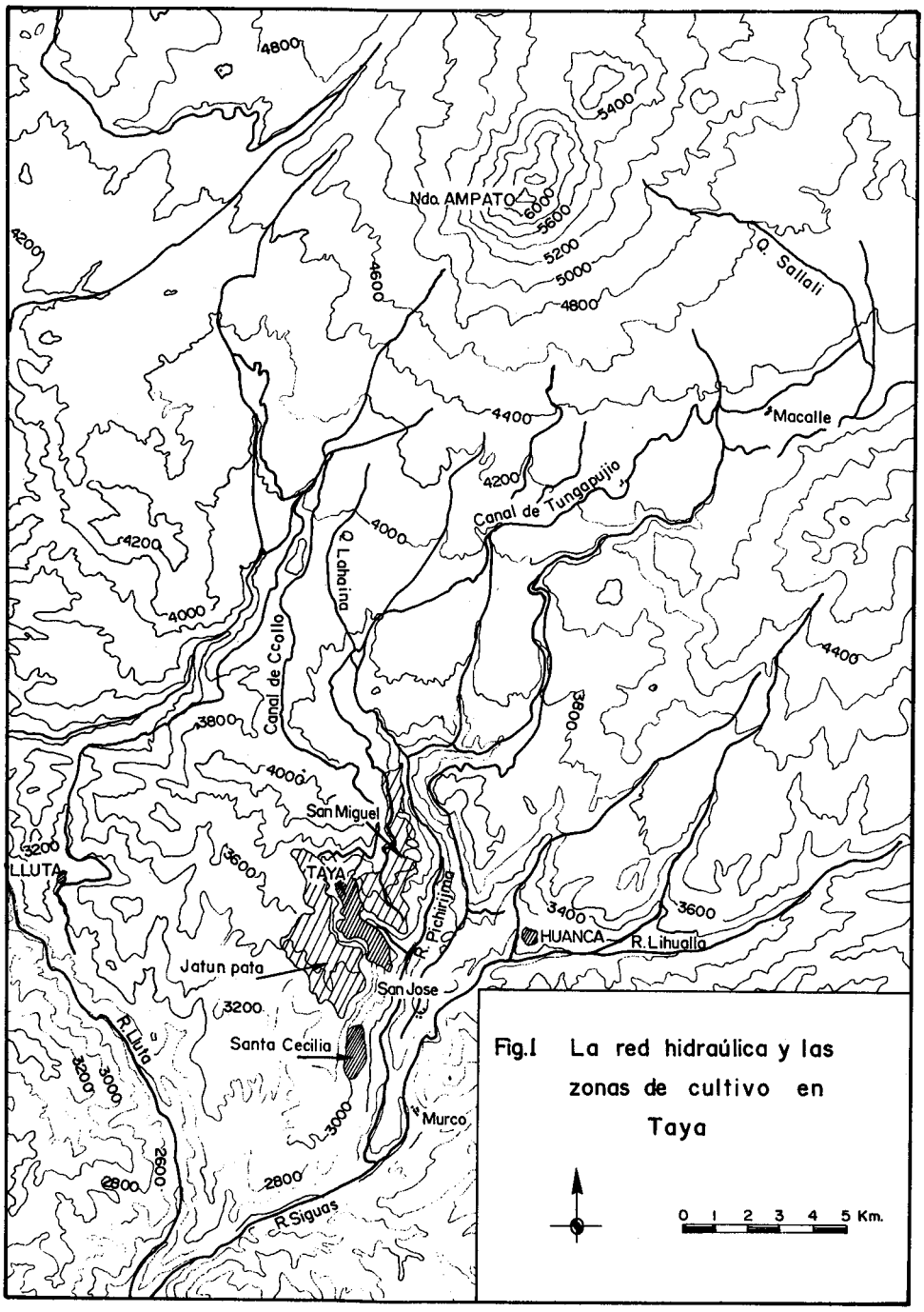


Fig.I La red hidraúlica y las zonas de cultivo en Taya

0 1 2 3 4 5 Km.

Cuando iniciamos nuestra intervención, el CICDA —en el marco de la ampliación de sus actividades en el departamento de Arequipa— estaba deseoso de brindar apoyo técnico y financiero al proyecto. De esta manera, nuestro trabajo coincide con una preocupación práctica: ayudar a definir las intervenciones que el CICDA tendrá que privilegiar.

DEFINICIONES Y FRONTERAS DE UN SISTEMA DE RIEGO

El término de sistema de irrigación aparece en numerosos textos desde hace algunos años pero, por estar muy cargado de ambigüedad nos negamos a utilizarlo aquí. En efecto, algunos autores lo emplean hablando de organización, otros lo usan desde la perspectiva de un procedimiento verdaderamente sistémico. Por esta razón, utilizaremos preferentemente el término de red de irrigación, aunque sabemos que puede ser también motivo de confusión y debe ser distinguido de "red hidráulica".

Sin embargo, la identificación de la "unidad de observación" que engloba "la red" plantea problemas difíciles de resolver de manera satisfactoria: es una malla de la red ("la unidad tercería de Hendriks, 1986), o la red desde su inicio y que irriga una o varias comunidades, o incluso la red hidrográfica y su cuenca (caso de Pampas), o el mismo valle a escala de la provincia ("valle del río Cañete" de Fonseca, 1982).

La "red", tal como la definimos, integra también la organización colectiva responsable de la administración del recurso: establecimiento de las reglas de distribución y de mantenimiento, resolución de los conflictos que surgen alrededor de dicha administración. Muy rara vez el investigador toma en cuenta la organización de la producción agrícola: tenencia de la tierra, distribución de los cultivos, técnicas culturales, estrategia familiar...

Así, para nosotros, una red de riego corresponde a la valorización de los recursos hídricos de un espacio dado por un conjunto de regantes, de una manera que resulta de la combinación de factores naturales, técnicos y socioculturales.

Delimitamos entonces nuestra red, refiriéndonos a un centro de decisión: la asamblea de regantes. Sin embargo, esto define en el terreno una frontera geográfica que encierra el espacio concernido por las decisiones de dicha asamblea.

En Taya, esta asamblea administra dos redes hidráulicas independientes que llevan agua a todas las parcelas cultivadas, en ausencia de cultivos de secano. El sistema abarca entonces a todos los jefes de familia.

De esta manera definida y delimitada, la red de riego sólo constituye una entidad en el seno de su entorno, con el cual mantiene intercambios y relaciones. Por ejemplo, tendremos flujos de agua entrantes a partir de una fuente en la parte alta y flujos de agua salientes, y pérdidas en la parte baja. Deberán ser analizadas las relaciones con los sistemas ubicados más arriba del que consideramos y derivados del mismo punto de agua, paralelamente o más abajo.

En Taya, el nevado Ampato constituye esta fuente de agua. Dos canales recogen el agua de deshielo en las vertientes suroeste y sureste. Los dos pueblos vecinos utilizan la misma fuente: Lluta en la vertiente suroeste, Huanca en la vertiente sureste (Figura 1). Múltiples conflictos surgieron entre estos dos pueblos durante la construcción de los canales y renacen cuando uno de ellos proyecta modificaciones. En cambio, el agua que se pierde más abajo se une en parte al río Siguas, regando algunas áreas de la Costa. Pero la distancia y la importancia del río, aguas abajo, impide toda posibilidad de conflicto.

LOS COMPONENTES DE UNA RED DE IRRIGACIÓN

Una red de irrigación es un conjunto de 3 categorías de elementos (factores naturales, factores técnicos y factores socio-culturales) organizados en función a un objetivo (a semejanza de Jouve, 1988, cuando presenta los sistemas agrarios).

* Los elementos correspondientes a las características del medio natural: las características morfopedológicas, climáticas e hidrológicas serán descritas. Estos intervienen en las modalidades de repartición institucional y técnica del agua y en su utilización en la parcela.

* Los elementos que caracterizan las técnicas de explotación agrícola del medio, desde los modos de aprovechamiento (redes y reservorios, infraestructura del parcelario y de control de la erosión), hasta los vegetales cultivados, pasando por las técnicas culturales y las herramientas: es la "innovación técnica" puesta en práctica por los campesinos para artificializar el medio.

* Los elementos sociales y culturales vinculados a la explotación del espacio irrigado: naturaleza de las relaciones sociales entre los regantes, derecho sobre el agua y la tierra, condición del mercado que pesa sobre la distribución y administración del agua.

1° *Las características del medio rural*

1.1. El transecto morfopedológico de Taya

Al Norte, el cono volcánico del Nevado Ampato, cubierto por un grueso manto de hielo, se eleva a 6200 msnm, dominando una extensa meseta de altura (4000 a 4300 msnm) que descansa sobre materiales volcánicos. Esta meseta, escasamente ondulada, está cubierta por una vegetación de "Ichu" poco densa, de bofedales en los talwegs poco marcados, y de algunos pequeños bosques de "Quinoales". Cortada por el profundo cañón de Pichirijma, esta meseta se rompe en una larga vertiente abrupta en la cual están las zonas de cultivo. Más abajo, anchas cimas redondeadas, que apenas sobrepasan los 3000 msnm y están separadas por profundos talwegs constituídos por calizas blandas, bajan suavemente hacia la costa. Durante la estación seca, la vegetación se reduce a algunas cactáceas.

Las zonas cultivadas se distribuyen en dos conjuntos:

— San Miguel, el antiguo territorio, se extiende en la vertiente abrupta (40 a 70% de declive). Los suelos, rojos, tienen una profundidad variable y presentan una erosión importante. Se diferencian dos horizontes bien estructurados. El horizonte superior es arcilloso-arenoso. La capacidad de retención del agua depende principalmente de la profundidad del suelo. En cambio, la pendiente muy marcada y la escasa proporción de materia orgánica confieren a estos suelos cierta fragilidad frente a la erosión.

— San José (desde 1930), Jatunpata y Santa Cecilia (desde 1983) son las tierras aprovechadas más recientemente, sobre suelos blancos que descansan sobre tizas blandas. Las pendientes son más irregulares (0 a 50%). Los suelos, poco evolucionados y sin estructura, están constituídos principalmente por arenas y limos; la materia orgánica es prácticamente inexistente. La profundidad del suelo es escasa y a veces aflora un horizonte arenoso indurado muy espeso. Son suelos difíciles de cultivar porque resulta difícil regarlos, debido a la escasa retención de agua y a la fuerte sensibilidad a la erosión.

1.2. Las precipitaciones y la evapotranspiración

Los relieves alrededor de Taya se abren del lado de la costa. Resulta de ello una fuerte influencia desértica, ligeramente atenuada por la altitud. Trataremos de hacer una descripción de las precipitaciones y de la evapotranspiración, a través de los registros de los últimos 20 años efectuados en 5 estaciones del SENAMHI (Figura 2). Ninguna de estas estaciones puede servir como referencia para Taya: las estaciones de piedemonte (Majes y Arequipa) se ubican en condiciones mucho más desérticas, mientras que las de sierra (Cabanaconde, Chivay y Cailloma) están en condiciones netamente más continentales.

En las cinco estaciones, una larga temporada seca se opone muy claramente a la temporada de lluvias. Esta, de fines de diciembre a fines de marzo, concentra del 70% (Cailloma) al 90% (Majes) de las precipitaciones anuales. Al atardecer las lluvias son frecuentes (cada dos días en Chivay y Cabanaconde) pero de poca intensidad: más del 75% de las precipitaciones diarias son inferiores a 10 mm en estas dos estaciones (más del 90% en las estaciones del piedemonte). Excepcionalmente, un día de lluvia puede acumular más de 30 mm (una vez en 10 años en la sierra y una vez en 20 años en el piedemonte). Las pocas marcas de erosión en las zonas no irrigadas de los alrededores de Taya confirman la falta de agresividad de las lluvias.

Teniendo en cuenta la distribución de las lluvias en estas 5 estaciones, la cantidad promedia de precipitaciones anuales en Taya puede estimarse a unos 200 mm (y a 100 mm, 3 cada

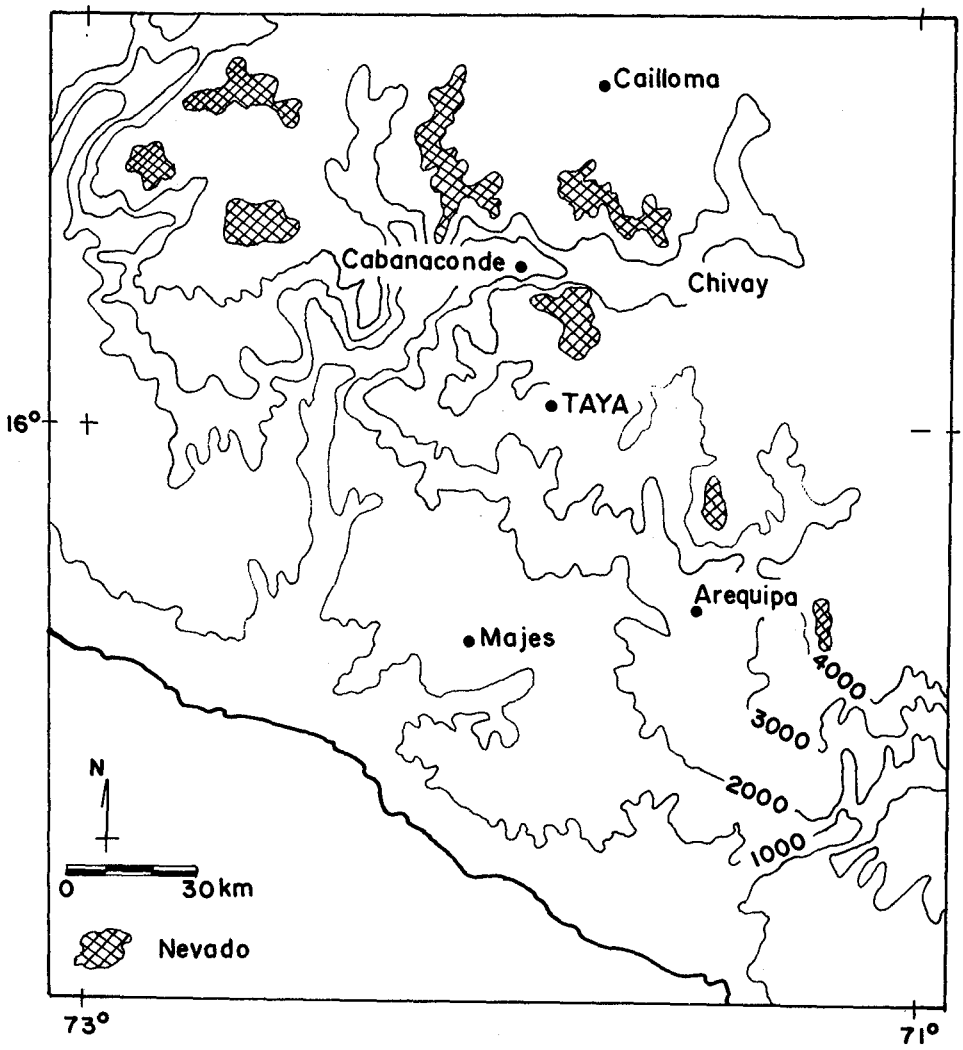


Fig.2: Mapa de situación-localización de las estaciones del SENAMHI.

4 años), distribuída generalmente de fines de diciembre a principios de marzo con un máximo en febrero.

Se distinguen también dos estaciones térmicas. Una estación "calurosa" de setiembre a junio que se caracteriza esencialmente por una escasa amplitud térmica diaria (14°C en febrero). El mes de febrero, con 10°C de temperatura promedio, es el mes más caluroso. Durante la estación "fría", la caída de las temperaturas nocturnas hacen aparecer una fuerte amplitud térmica diaria (20°C). Las temperaturas mínimas son negativas mientras que las máximas permanecen superiores a 10°C. El mes de agosto, con 6°C de promedio, es el mes más frío.

Las evaluaciones de la evapotranspiración (fórmula ETP Penman modificada, FAO) ponen en evidencia un máximo en período de lluvias y un mínimo en período seco (unos 125 mm

en diciembre y 55 mm en junio, en Taya). El déficit hídrico en año promedio alcanza 890 mm en doce meses.

Resultan de ello fuertes limitaciones meteorológicas con respecto a las producciones agrícolas, en el curso de la estación fría y seca: fuertes heladas nocturnas desde fines de mayo y poca disponibilidad de agua, siendo inexistentes las precipitaciones y menguado el deshielo del nevado.

1.3. Los recursos hídricos

El nevado Ampato constituye el único reservorio. El agua resultante de su deshielo se infiltra rápidamente en el suelo y subsuelo, sin que dé lugar a flujos superficiales de acuerdo a la masa del nevado.

Sus vertientes suroeste a sureste pertenecen al pueblo de Taya. Dos canales drenan las aguas de deshielo. Así, el caudal total de agua disponible en la entrada de la zona de cultivo oscila entre 260 l/s en agosto y 360 l/s en marzo.

2° *Las características técnicas de la actividad*

A fin de desarrollar actividades agrícolas en tales condiciones, los campesinos han artificializado poco a poco el medio: traen el agua mediante una red hidráulica y se adaptan a una topografía accidentada mediante un parcelario adecuado.

2.1. El aprovechamiento hidráulico.

Después de un largo recorrido en la puna, los dos canales que transportan las aguas de deshielo del nevado irrigan cada uno, a través de una red de acequias secundarias y luego terciarias, una porción del territorio del pueblo. Son totalmente independientes.

El canal de Tungapujio o de "San Miguel" es el más antiguo. Las costumbres y mitos que vuelven a surgir con motivo de la faena hidráulica del mes de agosto, revelan un origen anterior a la colonización española. Sin embargo, ¿qué es lo que queda de la infraestructura inicial? Probablemente poca cosa. En el curso de los años 1920 y 1930, el canal fue diseñado nuevamente, prolongado y ahondado y, al principio de los años 1970, cementado en unos 10 km.

Antes de llegar a Mocca y a las primeras parcelas cultivadas, el canal atraviesa cerca de 45 km de puna y su trazado, muy sinuoso, tiene poco declive (800 m de desnivel). La velocidad de flujo es lenta, y la naturaleza muy filtrante del suelo y del subsuelo favorece una importante filtración.

Este canal irriga la vertiente de San Miguel formada por una sucesión de profundos anfiteatros separados por crestas a veces escarpadas. Los canales secundarios bajan a lo largo de estas crestas antes de distribuirse en canales terciarios, que bajan a su vez en cascadas sobre las gradas abruptas de estos anfiteatros. Algunos reservorios, encaramados en la cresta, recolectan el agua que fluye de noche, a fin de utilizarla con más facilidad en el curso del día siguiente. Contienen un volumen de agua que permite regar alrededor de 1.5 ha.

La extensión irrigada llega a las 400 hectáreas; el caudal máximo transportado es de 180 l/s aproximadamente, en la entrada de la zona de cultivo.

El canal de Ccollo atraviesa unos veinte kilómetros de puna antes de dividirse arriba del pueblo de Taya en los canales de San José y Jatunpata. Su origen remonta probablemente a la mitad del siglo pasado, cuando nació el pueblo actual (alrededor de 1860); dicho canal permitía regar las tierras circundantes.

En 1930, este canal fue ahondado y prolongado, aguas arriba hacia la quebrada de Ccollo y aguas abajo para aprovechar la vertiente de San José. Desde 1980, se está modificando su trazo e impermeabilizando con piedras extraídas de las canteras de la región y con cemento. El agua así ahorrada debería hacer posible el inicio de los cultivos en las zonas de Santa Cecilia y Jatunpata.

Los canales de Jatunpata y San José son administrados en forma independiente. Las 130 hectáreas explotadas en Jatunpata reciben un caudal continuo máximo de 75 l/s. Un reservorio en proceso de construcción suprimirá los riegos nocturnos. Las 100 hectáreas cultivadas alrededor del pueblo, en la vertiente de San José y en la pequeña pampa de Santa Cecilia, reciben también 75 l/s en promedio. Sin embargo, la topografía del lugar no se presta a la construcción de un reservorio y los campesinos riegan de noche.

Los canales principales, cavados en el suelo desde el nevado hasta las zonas de cultivo son impermeabilizados poco a poco, de acuerdo a los financiamientos exteriores (CORDE, ONG...). Los canales secundarios y terciarios siguen siendo simples zanjas. En cambio, los partidores entre canales primarios/canales secundarios y canales secundarios/canales terciarios son obras cementadas y provistas de compuertas metálicas.

2.2. El aprovechamiento del parcelario

Las parcelas son simples porciones de tierra cercadas por un pequeño muro de piedra, sin ningún otro tipo de infraestructura elaborada. Sin embargo, su tamaño y forma permiten distinguir diferentes zonas en el paisaje.

En San Miguel, el reticulado de muros es cerrado y regular. Las parcelas rectangulares (de 200 a 500 m^2) se extienden perpendicularmente a la pendiente. Los muros de contención (el muro de cercado inferior) tienen un ligero declive con relación a las curvas de nivel, lo que facilita el trazado, con el arado, de camellones adecuados para el riego.

El riego ha erosionado lentamente los horizontes arables, de modo desigual de una parcela a otra. El paisaje toma así un aspecto de mosaico, con parcelas abandonadas, totalmente erosionadas, parcelas todavía íntegramente cultivadas y entre los dos casos extremos, parcelas sobre las cuales la roca firme aflora en grandes zonas; pero la tierra desplazada se acumula contra el muro inferior y forma una franja estrecha de 3 a 5 metros que aún se siembra.

En San José, el reticulado de muros se abre. Las parcelas también rectangulares, ahora se extienden preferentemente en el sentido de la pendiente. Ha desaparecido la ligera inclinación de los muros "horizontales".

En las pampas de Santa Cecilia y Jatunpata, los muros de piedra aún no constituyen un reticulado bien establecido. El tamaño de las parcelas es muy variable. Los "lotes" distribuidos representan superficies importantes que cada campesino subdivide de acuerdo a sus objetivos.

2.3. Los cultivos

Actualmente, los campesinos cultivan un poco menos de 700 ha; el 60% es alfalfa y el resto cultivos de pan llevar con predominio de maíz (20%); luego viene la papa (12%), haba (3%), cebada (3%). El cultivo de trigo y de tubérculos andinos, fuera de la papa y de la quinua, es marginal.

Las semillas de alfalfa y ciertas semillas de papa son compradas en Arequipa. Las demás provienen de las cosechas anteriores.

Estos cultivos pueden dividirse en dos categorías:

— los cultivos regados por surcos y sembrados por surco: maíz, habas, papa y otros tubérculos, solos o asociados.
— los cultivos regados por melgas y sembrados al voleo: alfalfa, cebada y trigo.

Los cultivos sembrados por línea se encuentran principalmente en la vertiente de San Miguel, cuyo parcelario se adecúa a la técnica de riego por surco y donde ocupan la mitad del espacio. En cambio, los campesinos dan prioridad a la alfalfa en los espacios recientemente aprovechados, donde ocupa más del 75% de la superficie cultivada (Cuadro 1).

CUADRO 1

Repartición de los cultivos en los diferentes territorios

	Superficies cultivadas	Alfalfa	Maíz + habas	Papa más otros tubérculos	Cebolla + trigo
San Miguel	420 ha	215 ha	122	80	5 ha
		50 %	30 %	18 %	2 %
San José + Taya	75 ha	60 ha	7.5	5	2.5
		80 %	10 %	6.6 %	3.4 %
Santa Cecilia	25 ha	15 ha	7.5	2.5	
		60 %	30 %	10 %	
Jatunpata	130 ha	92 ha	10	15	13
		70 %	8 %	12 %	10 %

2.4. Las técnicas agrícolas

Las técnicas culturales utilizadas por los campesinos derivan esencialmente de un conocimiento empírico, transmitido de generación en generación. En ausencia de toda extensión agrícola, hay poca penetración de las nuevas técnicas. Las técnicas empleadas varían en función al modo de riego empleado. Sólo es común la preparación del suelo.

Antes de entrar a la parcela, los campesinos practican un riego a fondo con el fin de facilitar el trabajo del suelo y proporcionar el agua necesaria a la germinación y a la emergencia del cultivo. El agua se reparte por escorrentía desde la acequia en la parte alta de la parcela o, en las parcelas muy importantes, a partir de acequias intermedias trazadas con pala o pico. Este tipo de riego homogeneiza la superficie, al destruir los restos de las rayas de la campaña anterior. Los campesinos lo practican con "precaución" ya que el suelo, sin vegetación, es muy sensible a la erosión. La operación requiere de dos personas en promedio.

La preparación del suelo comienza 3 a 8 días después de este riego a fondo. Este lapso permite que el suelo se seque antes de pasar el arado, jalado por un par de toros. El trazado del arado se hace más o menos a la horizontal y subiendo poco a poco; de esta manera, la tierra levantada cae sobre la tierra ya trabajada. Mientras estas dos personas efectúan esta labor, otras, con barretas o picos extraen las malezas (esencialmente rizomas de *Pennisetum clandestinum*) que luego recogen y queman en el borde de la parcela.

El carácter más o menos laborioso en la preparación de la tierra depende del cultivo anterior. Después de un cultivo anual, un equipo de 4 a 5 personas realiza en un día esta intervención, en un "topo". En cambio, después de una alfalfa degradada e invadida por kikuyo, 4 a 5 días pueden ser necesarios. A veces, se pasa el arado una segunda vez para que suban a la superficie los rizomas enterrados.

Distinguimos ahora las técnicas propias de los cultivos bajo riego por surcos y bajo riego por melgas.

Cultivos en línea

El paso del arado ida y vuelta abre los surcos, comenzando en este caso por la parte alta de la parcela. De este trazado dependerá la buena distribución del agua durante el riego. La persona que usualmente riega dirige la operación, efectuada por dos personas. Una tercera deposita la semilla en el fondo del surco (1 ó 2 tubérculos, 3 ó 4 semillas de maíz o habas, cada

medio paso, es decir cada 35 a 45 cm) y una cuarta cierra el surco con una pala. La siembra de un "topo" se acaba en un día.

Antes del primer riego, el agricultor vuelve a trazar las rayas a lo largo de los surcos. Esta operación realizada con una pequeña pala, permite un rápido deshierbe. Estas rayas son arregladas en el transcurso de la campaña, durante el aporque, con una ligera diferencia en relación a la línea de siembra. Cuando dispone guano de corral, el campesino mezcla un poquito con la tierra, al pie de cada planta. Al mismo tiempo, arranca las malezas y las quema en los bordes de la parcela.

Cultivo en melgas

Después del trabajo preparatorio con el arado, los agricultores uniformizan la superficie dando algunos palazos, a fin de suprimir cualquier obstáculo importante al escurrimiento. Luego, siembran al voleo.

El maíz o la haba pueden ser regados en melga cuando protegen un sembrío de alfalfa. Los campesinos los siembran en hileras como en el caso anterior, pero después de cerrar el surco, uniformizan la superficie para sembrar la alfalfa.

Con tres o cuatro ligeros riegos seguidos se consigue la emergencia de la alfalfa o del cereal. Luego el campesino ya no interviene en la parcela, salvo para regar, hasta la cosecha o el primer pastoreo. No hay operación de deshierbe. Sin embargo, aprovechando el riego, los campesinos arrancan las malezas principales con la mano.

3° *Características del medio humano*

Estando fuera de nuestra competencia el campo sociológico, sólo nos interesamos aquí por los elementos "socioculturales" que intervienen en las modalidades del aprovechamiento del agua, implementadas por los campesinos.

En la literatura especializada, resaltan particularmente algunos de estos elementos:

— La evolución demográfica y el derecho sobre la tierra y el agua.
— Las distinciones entre el propietario y el irrigante.
— Los objetivos y las estrategias campesinas, así como las condiciones del mercado que pasan sobre la distribución y la administración del agua.

Caracterizaremos el medio humano de Taya a grandes rasgos. Los nombres patronímicos de las familias de Taya, todos de consonancia quechua (Huamaní, Quiquania, Ccassa...) revelan una población étnicamente homogénea. Por otra parte, se registran apenas unos quince apellidos. El "boom" demográfico parece reciente, lo mismo que los movimientos migratorios. En 1940, el censo del INE contó 90 familias y 474 habitantes. En 1988, Taya cuenta con 200 familias y 1,185 habitantes. Entre estas dos fechas, no disponemos de datos específicos sobre este pueblo pero, en comparación con la evolución de la población del distrito (Figura 3), pensamos que a principios de los años 70 la población alcanzaba los 1400 habitantes.

La propiedad de los territorios irrigados es íntegramente privada. Sin embargo, los agricultores no poseen aún los títulos de propiedad de las tierras recién acondicionadas (debido a la lentitud de la oficialización de la extensión de la red hidráulica por los servicios del Ministerio de Agricultura). Así, el mercado de las tierras sigue siendo limitado a las antiguas parcelas, a veces muy degradadas. Algunos propietarios migraron a la ciudad y están alquilando sus tierras. Pero esta práctica no es muy difundida.

En Taya, el uso y la propiedad del agua están establecidos por la ley promulgada en 1969 y los decretos supremos de 1979. El agua, al igual que todo recurso natural, pertenece al Estado. Por eso los campesinos pagan un derecho de uso por cada riego, proporcional a la cantidad utilizada. Los volúmenes de agua asignados a cada parcela dependen de la superficie y del cultivo.

La comisión de regantes reune a todos los campesinos el 30 de cada mes. Los ausentes deben abonar el equivalente monetario de un día de trabajo (1000 intis en octubre de 1988). El

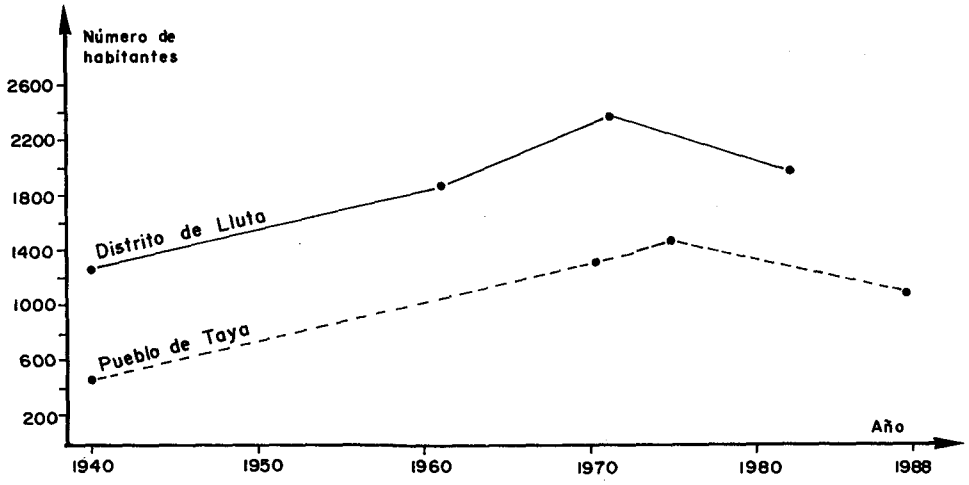


Figura 3: Evolución de la población en el pueblo de Taya y en el distrito de Lluta. (Fuente: INE-1940, 1961, 1972, 1981, CICDA-1988)

presidente, el vice presidente y el ayudante son elegidos cada año. A este nivel se resuelven los conflictos y problemas relacionados con el uso del agua, entre otros la organización de los días de trabajo a fin de prolongar las redes existentes. Una vez al mes, la comisión designa a tres repartidores; cada uno asume esta función por turno y son pagados como jornaleros. Su labor consiste en desplazarse a lo largo de las acequias a fin de distribuir el agua entre las parcelas. Cada repartidor tiene a su cargo una zona de riego. La repartición del agua es planificada por un "secretario" designado por el ministerio de agricultura. Atiende a los campesinos que vienen a pagar su derecho de agua y dirige a los tres repartidores para el conjunto de las redes.

Las leyes y decretos promulgados quitaron a los campesinos la carga de mantenimiento y de la limpieza de la red, encomendándola a organismos especializados (Oré, 1989). Si bien en la costa y en las obras diferentes recientes del "Plan Meris" efectivamente se aplica la ley, no ocurre lo mismo en las comunidades campesinas. En Taya por ejemplo, en ausencia de cualquier otra legislación, resucita una organización ancestral —autónoma e independiente de la comisión de regantes— para el mantenimiento de las redes de acequias, y que está indisolublemente ligada a la fiesta del agua.

Esta organización nombra o designa a sus propios responsables, encargados de coordinar la limpieza de los canales y reservorios y también de financiar y animar las fiestas que acompañan estas labores. El trabajo realizado por el campesino depende entonces de la cantidad de tierras que tiene.

Finalmente, el último elemento social que tomaremos en cuenta se refiere a los objetivos asignados para cada cultivo. Un trabajo de encuesta sobre las estructuras de explotación muestra que los cultivos anuales son conservados para el autoconsumo, mientras que la alfalfa, que permite el mantenimiento de un rebaño vacuno lechero con vocación quesera, está vinculada a objetivos más comerciales (Pouget y Rousseau, 1989).

EL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE IRRIGACIÓN

Se plantean numerosos problemas en el momento de explicar el funcionamiento, poniendo en evidencia las relaciones que articulan los diversos elementos a fin de obtener un conjunto

lógico y coherente. El enfoque que proponemos consiste en localizar las reglas y prácticas comunes en materia de irrigación, poner de manifiesto sus determinantes a fin de revelar su coherencia.

Estas reglas son primeramente las que la comunidad rural se ha dado para administrar y utilizar el agua, pero incluyen también las prácticas que, sin ser impuestas de manera formal, sin embargo son de uso común.

Estas reglas y prácticas campesinas pueden ser dictadas, en un primer tiempo, de acuerdo a sus objetivos: aquella que fija el volumen de agua asignado por cada riego, la que formula las frecuencias de riego para cada cultivo, y la que determina la organización geográfica de la distribución de las cuotas de agua, dentro de cada sector y en la totalidad del territorio.

1°) *Volumen de agua asignado a cada parcela por turno de agua*

El volumen de agua asignado a una unidad de superficie se expresa por un caudal teóricamente constante durante todo el riego, multiplicado por un tiempo de riego. El caudal, idéntico para todos los regantes y todas las parcelas, está fijado en 25 l/s, aproximadamente. Está determinado por la sección de la bocatoma de agua que da a la parcela, a partir de un canal terciario.

El tiempo de riego depende de la técnica utilizada: 3 horas por un "topo" regado "por surco" y 5 horas por un topo regado "por melga", lo que representa láminas de 81 mm y 135 mm de agua, respectivamente.

Para el cálculo del tiempo de riego de una parcela o de una superficie dada, la menor fracción de superficie tomada en cuenta es el 1/4 de "topo", que recibe agua durante 45 minutos o 1.15 hora. Por lo tanto, para verter en una parcela el volumen de agua adecuado, los campesinos hacen variar la duración y no el caudal, tal como puede observarse en los sistemas más arcaicos (Pampas, por ejemplo). Esto, tiene la ventaja de utilizar una medida de tiempo mucho más fácil de controlar, que una medida de caudal. Pero sobre todo, cada riego se efectúa con un mismo caudal, adaptado por los campesinos porque es fácil de manipular y compatible con su técnica de irrigación.

En consecuencia, la regla presentada es razonada en función de la percepción que los campesinos tienen de los volúmenes de agua que sus suelos pueden retener y de la eficacia de las técnicas de irrigación empleadas.

El repartidor avisa a cada regante en la víspera del horario asignado; abrirá y cerrará las bocatomas en la entrada de cada parcela y controlará "a la vista" la cantidad y la regularidad de los caudales. De esta manera, la regla se aplica sin posibilidad de conflicto.

2°) *La frecuencia de distribución*

Las frecuencias de riego varían según los cultivos y las zonas de riego. En la vertiente de San Miguel por ejemplo, el maíz está creciendo cuando recibe su primer riego, es decir un mes y medio después de la siembra, y luego cada 15 ó 20 días. La papa recibe su primer riego un mes después de la siembra y luego cada 10 a 15 días. La cebada, sembrada en secano, es regada una vez al mes. Finalmente, la alfalfa, también sembrada en secano, es regada cada 30 ó 90 días, según la época.

En períodos de lluvias, no rigen estas reglas y los campesinos reciben porciones de agua "a la demanda".

En los sectores de San José, Santa Cecilia y Jatunpata, los cultivos anuales se riegan con una frecuencia un poco más rápida y la alfalfa recibe agua cada 25 a 35 días.

En Taya, la obtención de productos alimenticios para el autoconsumo es la principal preocupación; los campesinos la priorizan, cualquiera que sea el sector de irrigación.

Las frecuencias de los aportes son establecidos en función de conocimientos empíricos de los territorios y de las cantidades de agua que los cultivos requieren. Por ejemplo, los campesinos sienten la necesidad de regar la papa más frecuentemente que el maíz o las habas, de

Cuadros 2 y 3: Frecuencia y cantidad de agua atribuida a cada cultivo, y cálculo del número de riegos posibles para la alfalfa.

CUADRO 2
Canal de Tungapujio

		Estación de lluvias											
		Ene.	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**
Maíz + haba 120 ha	Número de riegos	1	1	1	2	1				Irrigac. de fondo	1½	1½	1½
	Cantidad de agua (1000 m3)	98	98	98	145	97				165	145	145	145
Papa + 80 ha	Número de riegos	2	2	2	1							Irrigac. de fondo	2
	Cantidad de agua (1000 m3)	130	130	130	65							108	96
Cebada 5 ha	Número de riegos	1	1	1	1	1	1						
	Cantidad de agua (1000 m3)	7	7	7	7	7	7						
Alfalfa: instalación 15 ha	Número de riegos	1	1	1	1	1							
	Cantidad de agua (1000 m3)	20	20	20	20	20							
Agua total utilizada (1000 m3)		255	255	255	237	124	7			165	145	253	241
Agua disponible a la entrada de la zona de cultivo		470	470	470	470	470	430	390	390	430	440	470	470
−30% debido a las pérdidas a lo lo largo de la red		330	330	330	330	330	300	270	270	300	310	330	330
Agua disponible para las 200 ha de alfalfa*		75	75	75	93	206	293	270	270	135	165	77	89
Número de riegos % posibles		v 1				v 4					v 1		

* El riego de todos los alfalfares necesita por 1 hora: 280,000 m3 de agua.

CUADRO 3

Canal de San José y Jatunpata

		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
		Estación de lluvias											
Maíz + haba 25 ha	Número de riegos	1	1	1	2	1				Irrigac. de fondo	2	2	2
	Cantidad de agua (1000 m3)	20	20	20	40	20				34	40	40	40
Papa + ? 80 ha	Número de riegos	2	2	2	1							Irrigac. de fondo	2
	Cantidad de agua (1000 m3)	36	36	36	18							30	36
Cebada 5 ha	Número de riegos	1	1	1	1	1	1						
	Cantidad de agua (1000 m3)	21	21	21	21	21	21						
Alfalfa: instalación 15 ha	Número de riegos	1	1	1	1	1							
	Cantidad de agua (1000 m3)	14	14	14	14	14							
Agua total utilizada		91	91	91	93	55	21			34	40	70	76
Agua disponible a la entrada de las zonas de cultivo (1000 m3)		460	460	460	460	440	380	340	310	340	380	410	440
−30% de pérdidas a lo largo de la red (1000 m3)		320	320	320	320	310	270	240	210	240	270	300	310
Agua disponible para la alfalfa 167 ha		229	229	229	227	255	249	240	210	206	230	230	234
Número de riegos posibles*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* El riego de todas las alfalfas requiere 210,000 m3 de agua.

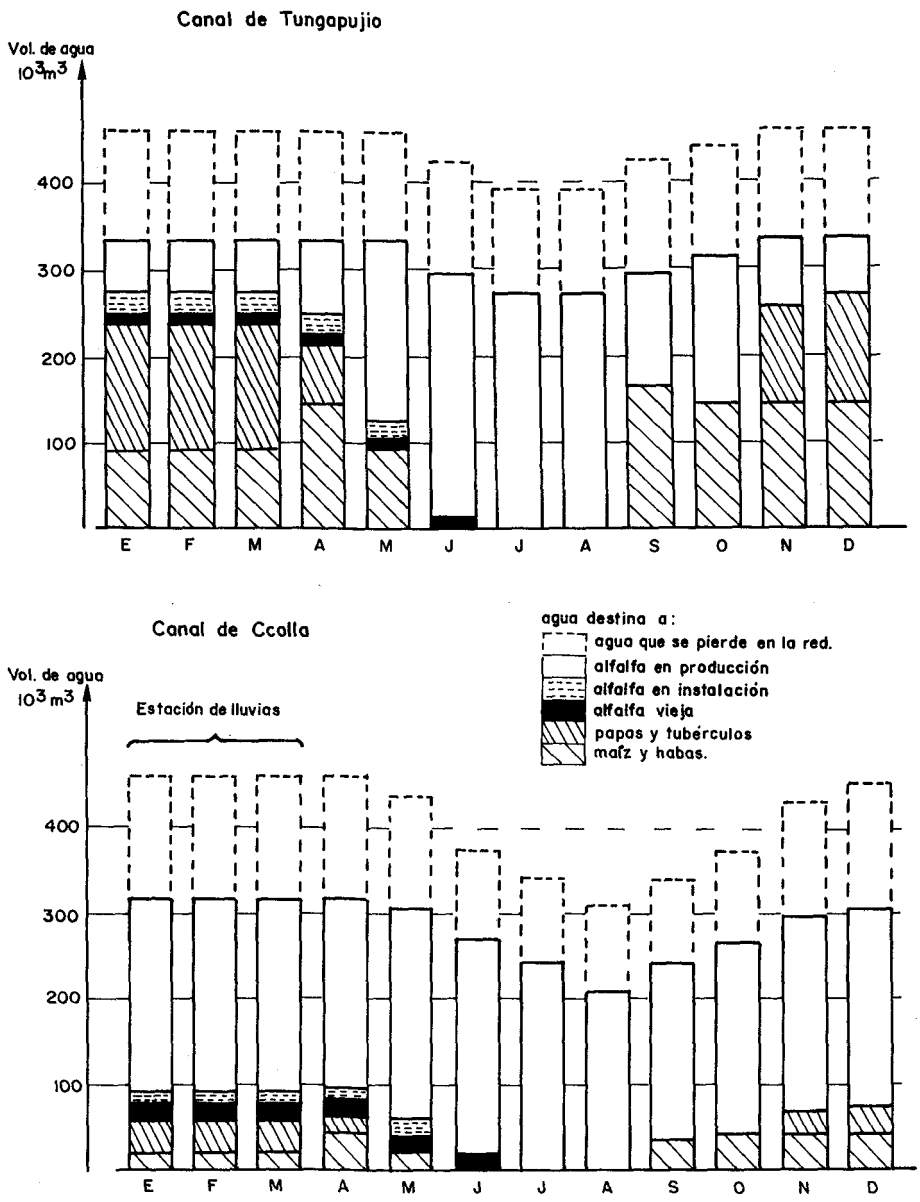


Fig. 4 y 5: Distribución del agua entre los diferentes cultivos a lo largo del año.

acelerar levemente el ritmo de distribución en los territorios de San José y Jatunpata, más calurosos y ventosos que la vertiente de San Miguel.

En cambio, los turnos de agua para la alfalfa varían considerablemente según la zona y la época del año. En realidad, este cultivo aprovecha el agua sobrante después que los cultivos anuales fueron regados correctamente.

En consecuencia, el consumo de agua de la alfalfa depende de los regímenes de deshielo del nevado —los que determinan las cantidades totales de agua disponibles— de las pérdidas a lo largo de la red, del espacio dedicado a los cultivos anuales —del cual depende el volumen de agua extraído para estos cultivos— y, finalmente, de la superficie de alfalfa. Los cuadros 2 y 3 y las figuras 4 y 5 reconstituyen esta realidad, para las zonas que reciben agua de los canales de Tungapujio y Ccollo, respectivamente.

Reaparecen aquí las "especializaciones" atribuidas a los diferentes territorios. En San Miguel, como los cultivos anuales cubren la mitad del espacio cultivado, sobra poca agua para la alfalfa que resulta muy desfavorecida. Por el contrario, en Jatunpata —cuyo aprovechamiento responde al deseo de ampliar las superficies de alfalfa— aunque siempre se priorizan los cultivos anuales con respecto al acceso al agua, la escasa extensión de éstos permite contar con agua suficiente para regar la alfalfa en forma adecuada.

3°) *Organización espacial de la distribución de agua*

La distribución de agua en todo el territorio es un problema delicado y complejo, debido a la variedad de dimensión de las parcelas y de los turnos de agua adoptados por cada cultivo. Si bien la abundancia de agua en temporada lluviosa permite una distribución "a la demanda", en estación seca en cambio, la organización de la distribución, manejada por el "secretario", se apoya en cierto número de usos.

En la región de Taya, las dos redes hidráulicas determinan tres zonas de irrigación, en cuya entrada el aprovisionamiento de agua es continuo: la vertiente de San Miguel, la pampa de Jatunpata y, finalmente, la vertiente de San José, los alrededores del pueblo de Taya y la pampa de Santa Cecilia. Cada una de estas tres zonas está dividida en sectores que corresponden a un canal secundario.

La distribución de agua se efectúa por rotación entre estos canales, y cada sector recibe agua en intervalos correspondientes a la frecuencia de riego del maíz. Las parcelas de cebada son regadas cada dos turnos y la alfalfa de acuerdo a las posibilidades. En cambio, la papa necesita una frecuencia de riego más grande. Durante los dos meses en los que el riego está "reglamentado" para este cultivo (el mes anterior a la estación de lluvias y el mes que sigue), se reserva una pequeña cantidad de agua que se reparte según una rotación propia.

Dentro de cada sector se establece una rotación entre cada canal terciario.

Además de la facilidad que ofrece a los repartidores, esta organización es la única manera de poner en práctica las reglas mencionadas. Acabamos de ver cómo se toman en cuenta las diversas frecuencias de riego de cada cultivo. Permite incluso respetar los volúmenes de agua asignados: estando cargados los canales terciarios, la apertura de la compuerta permite que el agua entre directamente en la parcela sin el tiempo de latencia que habría si el agua llegase de un canal alejado. Por otra parte, el caudal se regula fácilmente a 25 l/s, contrariamente a los sistemas más antiguos en los cuales el agua se atribuye a cada parcela a partir de la entrada en la zona de riego (caso de Pampas). Varias parcelas vecinas son regadas en forma simultánea. Así, en el sector de Mocca, el más alto en la vertiente de San Miguel, los 180 l/s permiten regar 7 parcelas. En el sector de Chuno, el más bajo, sólo se riegan 4 parcelas al mismo tiempo, debido a las pérdidas a lo largo de la red.

Pero, el agua tiene otros usos que el riego. Esta distribución por rotación no perjudica el abastecimiento de los pueblos situados cerca de los canales principales que siempre tienen agua. Sin embargo, plantea algunos problemas con respecto al abreviamiento de los rebaños que pastan en parcelas alejadas del sector que se está regando. Se cavaron algunos pequeños reservorios pero resultan insuficientes para conservar el agua que necesitan los animales entre dos períodos de riego.

DISCUSIÓN DEL ENFOQUE PRESENTADO

Al poner de manifiesto los determinantes de las reglas y prácticas comunes de valorización del agua, explicamos las articulaciones que unen las tres categorías de elementos. Sin embargo, el estudio de la frecuencia de riego practicada sobre la alfalfa muestra la interdependencia de las reglas. Para la elaboración de las figuras 3 y 4, intervienen los volúmenes de agua distribuidos en cada riego. Por otra parte, una parcela de alfalfa es regada sólo cuando hay agua en los canales secundarios y terciarios colindantes, en otras palabras cuando la frecuencia de riego depende de la organización espacial de la distribución: por ejemplo, el turno de agua de una parcela de alfalfa equivale a 2, 3 y hasta 4 turnos de agua de una parcela de maíz.

Son las articulaciones entre reglas y prácticas las que confieren a la red toda su coherencia.

1°) *¿Qué aporta la comprensión del funcionamiento de un sistema de irrigación?*

El primer aporte del estudio es el de confirmar la idea planteada en la introducción: parece difícil estudiar la irrigación como una técnica que podríamos aislar de su entorno. Mostramos la necesidad de tomar en cuenta una amplia gama de elementos, a fin de comprender la organización del manejo del agua. Podríamos preguntarnos incluso, en cuanto a los pueblos como Taya donde todas las producciones dependen de la irrigación, si ésta debe tomarse como un objeto de estudio en sí, o si no resultaría más oportuno considerarla como el ángulo de ataque privilegiado del análisis de los modos de explotación agrícola del territorio del pueblo (es decir, su sistema agrario).

Al localizar las prioridades de ciertos cultivos en la asignación de las cuotas de agua, revelamos los objetivos de los campesinos. En Taya, el objetivo principal es la satisfacción de las necesidades alimenticias, a través de las producciones de pan llevar, aún cuando la alfalfa ocupa el 60% del espacio irrigado. En consecuencia, conviene relativizar la afirmación de algunos autores, según la cual existe una "especialización" de la agricultura de la vertiente occidental del departamento de Arequipa hacia la producción lechera o quesera, afirmación basada en una impresión visual dejada por un paisaje cubierto en gran parte por parcelas de alfalfa.

Finalmente, al reubicar el campo de aplicación de las reglas y prácticas controladas por el centro de decisión que caracteriza el sistema, ponemos de manifiesto que la disciplina colectiva relacionada con la irrigación se traduce por una gran homogeneidad de las modalidades de organización de la producción agrícola. En efecto, el hecho de priorizar los cultivos anuales a nivel colectivo, implica una aceptación a nivel individual y deja escaso margen de maniobra al jefe de la unidad de producción. En Taya, por ejemplo, hemos localizado un solo sistema de producción (Pouget y Rousseau, 1989). Subrayamos así el nivel de intervención más adecuado para una operación de desarrollo.

2°) *Los límites del estudio*

El enfoque presentado sigue siendo el reflejo del ángulo disciplinario determinado por el observador. Así, no abordamos algunos puntos que privilegiaría el sociólogo. Lo que intentamos aclarar es el funcionamiento técnico, pero integrando los determinantes socioculturales esenciales para la comprensión de las prácticas campesinas.

Por otra parte, el nivel de análisis tomado en cuenta aparte al individuo. Sin embargo, no obstante la disciplina colectiva, cada campesino organiza, tal como la concibe, su labor de riego. En Taya, el número de personas movilizadas en la parcela varía considerablemente; por tanto la distribución de agua es más o menos bien controlada, lo que genera modalidades diferentes de erosión. Estas modificaciones de la aptitud cultural —que los campesinos perciben al observar la baja del nivel de producción— pueden obligar al abandono de las parcelas consideradas, lo que cuestiona la reproductibilidad del sistema.

Finalmente, el enfoque que hemos presentado permite localizar y comprender las reglas y prácticas del aprovechamiento del agua, a nivel del pueblo, pero no constituye en sí una base suficiente para la intervención.

Es indispensable que el investigador o el técnico emita un juicio sobre tales prácticas, a fin de conferirles cierto valor en materia de desarrollo. En el caso de Taya este juicio deberá integrar las modalidades de cambio en la explotación del medio, ocasionadas por el desplazamiento de las zonas de cultivo, a fin de determinar si las reglas y prácticas siempre estarán adaptadas a las nuevas condiciones de utilización del espacio, o si será necesario modificarlas.

Los juicios del agrónomo se referirán principalmente a las dos primeras reglas.

2.1. La eficacia del aporte de agua

Será conveniente determinar si el volumen de agua aportado está adaptado a las condiciones edáficas, en función a la técnica de riego empleada. La eficiencia del mismo se descompone en: eficiencia de aplicación, que da cuenta del volumen de agua infiltrado con relación al volumen aportado; eficiencia de distribución, que da cuenta de la homogeneidad de la distribución del agua en la parcela (es la escasa eficiencia de la distribución que con frecuencia genera los mayores desperdicios de agua durante el riego por melga, a nivel de parcela, Rousseau, 1988); finalmente la eficiencia del aporte que da cuenta de la cantidad de agua infiltrada, con relación a la cantidad de agua que pueden retener los horizontes explotados por el sistema radicular.

2.2. Efecto erosivo de la irrigación.

La apreciación no puede dejar de lado aquí las prácticas individuales de escurrimiento del agua en la parcela, pues si bien el efecto erosivo del riego depende en parte de la técnica empleada, resulta principalmente de la forma como cada campesino pone en práctica estas técnicas. Aparte de la organización de las actividades propias de riego, las operaciones culturales realizadas antes del riego modifican la infiltrabilidad del suelo y la estructura de superficie; en consecuencia, deben ser tomadas en cuenta y no podemos alejar la explotación familiar de nuestro análisis. Este tema se hallaba en el centro de nuestras preocupaciones en diciembre de 1988, cuando tuvimos que dejar precipitadamente el terreno.

Es así como integramos la escala individual a nuestro estudio, mediante la apreciación de las reglas colectivas.

2.3. La frecuencia de riego

Al comprobar la adecuación de los turnos de agua a las condiciones climáticas y edáficas en función del material vegetal y del nivel de producción planeado, el agrónomo juzga si el agua es el factor limitante principal.

También podrá ser llevado a criticar la posición de los ciclos culturales a lo largo del año. Sin embargo, la disponibilidad de agua no es el único criterio que hay que tomar en cuenta: intervienen también el régimen térmico y la organización del trabajo.

CONCLUSIÓN

Para definir operaciones de desarrollo pertinentes en materia de riego el agrónomo debe interesarse por el conjunto de las modalidades de explotación de los territorios regados.

Luego de definir y deslindar nuestra red de irrigación enunciamos el conjunto de los factores naturales, técnicos y socioculturales que serán necesarios para la comprensión de las reglas y prácticas comunes de aprovechamiento del agua.

No se conduce el análisis del funcionamiento de acuerdo al análisis sistémico en sentido estricto. Más que la elaboración de un modelo, lo que buscamos es reconocer las reglas principales y separar sus determinantes.

Ponemos entonces en evidencia la importancia de las estrategias colectivas y reubicamos el nivel de intervención más oportuno para el desarrollo.

Sin embargo, la definición de "consejos para la acción" pasa por la apreciación de estas reglas y prácticas colectivas. Para alcanzar esta meta el investigador deberá integrar a su estudio el análisis de los comportamientos individuales.

Bibliografía

COLLMAN, B. 1988: "Bibliografía sobre el manejo del agua en los Andes peruanos". In **Agua y Agricultura Andina,** CAME-CEPIA, Lima.

FONSECA, M.F. 1982: "El control comunal del agua en la cuenca del Río Cañete", **Allpanchis,** Cuzco, 22: 61-73.

GRESLOU, F. 1988: "Consideraciones sobre el uso del agua en la agricultura andina". In **Agua y Agricultura Andina,** CAME-CEPIA, Lima.

HENDRIKS, J. 1986: "Distribución de agua en sistemas de riego. Problemas y alternativas", **Allpanchis,** Cuzco, 28: 185-212.

HENDRIKS, J. 1988: **Promoción rural y proyectos de riego,** CADEP, Cuzco: 155p.

JOUVE, P. 1988: "Quelques réflexions sur la spécificité et l'identification des systèmes agraires". **Les cahiers de la Recherche — Développement,** Paris, 20: 5-16.

MARZOUK SMITH, Y. 1987: "L'Afrique les pieds dans l'eau?", **Cah. d'Etudes Africaines,** Paris: 107-108, XXVII, 3-4: 425-433.

ORE, M.T. 1989: **Riego y Organización,** Technología Intermedia, Lima, 80p.

POUGET, C. et ROUSSEAU, P. 1989: "Les structures d'exploitation dans un village de la Sierra d'Arequipa: évolution et activité d'élevage bovin". In **Rapport d'activité,** ORSTOM, Lima, Annexe 1: 19p.

ROUSSEAU, P. 1988: "Análisis de la práctica de riego por escorrentía en pendiente pronunciada: el caso del valle de Pampas". In **Políticas Agrarias y Estrategias Campesinas en la cuenca del Cañete,** UNALM-IFEA-ORSTOM, Anexo 10, Lima: 265-342.

ROUSSEAU, P.; HERVE, D. et POUPON, H. (sous presse): "Maîtrise de l'irrigation sur un versant andin à très forte pente, contrôle villageois et conduite à la parcelle", **Etude Rurale,** CNRS, Paris.

SAUTTER, D. 1987: "Libres réflexions sur les aménagements ayant pour objet la maîtrise de l'eau par ou pour les agriculteurs". **Les Cahiers de Recherche — Développement,** Paris: 16.