



Universidad Mayor de
San Simón



Facultad de Ciencias
Agrícolas y Pecuarias
"Martín Cárdenas"



Universidad de Wageningen



Centro Andino para la
Gestión y Uso del Agua

El Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA) es un Centro Universitario que se inicia con un convenio de cooperación internacional entre la Universidad Mayor de "San Simón" (UMSS) de Bolivia y la Universidad de Wageningen (WU) de Holanda. Constituye uno de los Centros de enseñanza e investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas"

Centro A.G.U.A.
Av. Petrolera Km. 4.5
Telf.: (591) (4) 762382
Fax: (591) (4) 762380
Casilla: 4926

centroagua@centroagua.org
www.centroagua.org
Cochabamba – Bolivia

©Centro AGUA
Junio, 2004

ALGUNOS APUNTES CONCEPTUALES SOBRE LOS MÉTODOS Y TIPOS DE RIEGO CAMPESINO Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO

Ing. MSc. Oscar Delgadillo Iriarte
Ponencia presentada en el Seminario Internacional CORA 2000
(Cajamarca, Perú; noviembre, 2000)

RESUMEN

El presente documento concentra su atención en los métodos y los tipos de riego implementados por los campesinos, como parte de su tecnología de riego a nivel de parcela. A partir de una descripción de los mismos, se discuten los diferentes factores que influyen para aplicar o practicar uno ú otro método, siendo la disponibilidad de agua uno de los más importantes.

Asimismo, discute algunos de los criterios que intervienen en el diseño clásico de métodos de riego, así como la necesidad de incorporar, a partir del conocimiento de los métodos y tipos de riego campesino, algunos criterios en los procesos de diseño de sistemas de riego.

El documento concluye que es importante analizar las implicancias sociotécnicas de las propuestas tecnológicas en toda su dimensión, lo que conlleva a concebir el diseño como un proceso interactivo en el que exista la discusión y concertación de alternativas técnicas entre ingenieros y campesinos. De ahí que la sistematización del conocimiento tecnológico sobre el riego en la parcela, en cualquier ámbito ayudará en el intento de incorporar estos elementos en procesos de diseño, así como para poder lograr innovaciones tecnológicas en el riego parcelario, tanto en los métodos como en los tipos de riego

1 INTRODUCCIÓN

Entre las estrategias de uso de agua de riego implementadas por los campesinos, los métodos y tipos de riego, así como las prácticas de manejo del agua en el suelo orientadas a la optimización de este recurso, juegan un rol muy importante, tomando en cuenta que la disponibilidad de agua, tanto de las precipitaciones pluviales como de las captaciones para riego, es generalmente inferior a la demanda de agua requerida.

Por otra parte, es común escuchar en nuestro medio que en la agricultura campesina regada, los campesinos emplean en forma genérica el riego por inundación y por surcos, ignorando las diferentes modalidades existentes.

El presente documento se concentra, precisamente en los métodos y los tipos de riego implementados por los campesinos, como parte de su tecnología de riego a nivel de parcela. A partir de una descripción de los mismos, se discuten los diferentes factores que influyen para aplicar o practicar uno u otro método, siendo la disponibilidad de agua uno de los más importantes.

Asimismo, se discuten algunos de los criterios que intervienen en el diseño clásico de métodos de riego, así como la necesidad de incorporar, a partir del conocimiento de los métodos y tipos de riego campesino, algunos criterios en los procesos de diseño de sistemas de riego.

2 DEFINICIONES PREVIAS

Para una mejor lectura del documento, es necesario aclarar y diferenciar las definiciones de método de riego y tipos de riego, así como las categorías de riego:

En el presente, se entiende por **método de riego** *COMO LA FORMA EN QUE SE APLICA EL AGUA A LA PARCELA Y LOS MECANISMOS QUE INTERVIENEN EN ELLO*, y por **tipo de riego**, *A LA MODALIDAD DE APLICACIÓN DEL AGUA, ASOCIADA A UN MOMENTO Y FINALIDAD ESPECÍFICA DENTRO DEL CICLO DE UN CULTIVO Ó PARCELA.*

Revisando la literatura en la temática del riego, encontramos que en general, los métodos de riego, se agrupan en tres categorías:

- Riego superficial o riego por gravedad
- Riego mecánico o riego a presión (presurizado)
- Riego subsuperficial

El riego superficial, como su nombre indica hace alusión al agua que fluye sobre la superficie del terreno gracias a la pendiente (topografía) por efecto de la gravedad. Bajo este método, “el agua se aplica al terreno en su parte más alta y fluye hacia los puntos más bajos, disminuyendo en cantidad o volumen a medida que se infiltra en el suelo” (Gurovich, 1985). De acuerdo a la manera en que el agua fluya sobre el terreno y los distintos arreglos o composturas (bordes, aporques, etc.) realizados para la aplicación y distribución de agua en la parcela, es que pueden ser reconocidos los distintos métodos de riego propiamente dichos, así como algunas variantes dentro un mismo método.

En cuanto al riego mecánico o riego a presión, este hace alusión precisamente a los dispositivos mecánicos que se necesitan para llevar a cabo la aplicación de agua (tuberías a presión, aspersores, goteros, etc.). Cuando se habla de presión, debemos considerar que la fuente de energía puede ser una bomba o, como en algunas situaciones sucede, el aprovechamiento de una altura de carga debida a un desnivel en el terreno y generada así por la gravedad. Este último caso, no debe ser considerado en la categoría de riego por gravedad, a pesar de que esta fuerza es la que genera la presión necesaria para que funcione el mismo.

La última categoría (riego subsuperficial), básicamente implica el aprovechamiento por parte de la planta del agua que alcanza a las raíces por capilaridad, ya sea de una fuente natural o artificial. En general, esta categoría es poco conocida y desarrollada en la agricultura

campesina bajo riego. Existe cierta información de que por ejemplo en Punata, antes de que la explotación de agua subterránea en la zona se haya intensificado, la napa freática ascendía considerablemente y los campesinos señalaban que cultivos como la alfalfa no necesitaban ser regados porque se alimentaban “por debajo”.

3. CRITERIOS TÉCNICOS Y CAMPESINOS PARA LA ELECCIÓN DE UN MÉTODO DE RIEGO

Desde la óptica de la tecnificación del riego presente en cualquier libro de texto referente al tema, la elección del método está en función a lograr una mayor “eficiencia” en el uso del agua con el fin de maximizar la producción por unidad de volumen de agua utilizada y minimizar los efectos negativos que el riego pueda causar en el medio ambiente, como ser la salinización del suelo, o efectos erosivos durante la práctica del riego.

Entre los principales criterios para seleccionar el método, son comúnmente empleados parámetros referidos a las propiedades físicas del suelo y topografía del terreno y, el cultivo a ser implantado. En todo caso, dichos parámetros están enmarcados principalmente en la relación agua-suelo-planta, sin tomar en cuenta la disponibilidad de agua u otros factores como limitantes. Es decir, en el “diseño de métodos de riego” se definen por ejemplo tiempos de riego, dimensiones de la parcela, el caudal de aplicación, etc. asumiendo que la oferta de agua es libre e irrestricta.

Cuadro 2. Métodos de riego y los principales factores y parámetros para su diseño.

MÉTODO	VARIABLES	
RIEGO POR SUPERFICIE		
Cajetas:	- tiempo de oportunidad - longitud de cajeta - profundidad máxima de aplicación	- tiempo de avance - tiempo de aplicación
Melgas:	- caudal unitario - tiempo d aplicación <u>Condiciones de diseño:</u> - max-min. caudal unitario - longitud máxima de melga	- tiempo de receso - eficiencia de aplicación - pendiente máxima - extensión de la melga
Surcos:	- ajuste del perímetro mojado - tiempo de oportunidad - infiltración acumulada - escurrimiento superficial- percolación profunda - eficiencia de aplicación	- tiempo de avance - aplicación bruta de riego - tiempo de oportunidad
RIEGO PRESURIZADO		
Aspersión:	- pérdidas por fricción selección de aspersores: - cálculo de la frecuencia de riego - capacidad del sistema - cálculo del caudal para diferentes espaciamientos - efecto del viento	- precipitación requerida - numero de cambios por día
Goteo:	- pérdidas por fricción Parámetros de diseño: - descarga requerida - intervalo y ciclo de riego- - aplicación mínima y máxima	- distribución de presiones - profundidad pico de aplicación - cálculo del diámetro mojado

En el cuadro 2, se resumen las variables que entran en consideración para la selección y diseño de los métodos más comunes, tal como se presentan en textos clásicos de riego:

Como se puede observar en el cuadro anterior, diseñar cualquier método de riego implica el manejo de muchas variables y parámetros que en la mayoría de los casos son asumidos o simplemente basados en la literatura, siendo que en muy pocos casos se basan en condiciones de campo. Para conseguir resultados “aceptables”, o que los cálculos empleando las fórmulas establecidas sean válidos, supondría primero tener un completo control de las condiciones en las que se implementará el diseño, esto es tamaño homogéneo de parcelas, condiciones de suelo (textura, características de infiltración, pendiente) y la certeza de que estas propiedades son relativamente homogéneas en la parcela en cuestión, además supone también el control sobre la disponibilidad de agua.

En parte, el problema de tratar con un gran número de variables, ha sido resuelto mediante el desarrollo de programas computacionales que facilitan el cálculo. Sin embargo, las más de las veces, los resultados obtenidos pasan de ser valores referenciales y de análisis, a valores irrefutables que “deben ser reproducidos en el campo”. Esto puede ser en parte explicado por la seguridad que busca el ingeniero en apoyarse en datos numéricos y en muchos casos sin mucha reflexión darlos por cierto. Por ello, se encuentran generalmente resultados difícilmente practicables a nivel agricultor porque existen muchos otros factores que los modelos desarrollados para diseñar métodos de campo no toman en cuenta.

Ahora bien, entre los principales factores que afectan en la decisión de los campesinos, para implementar uno u otro método de riego se podrían señalar los siguientes:

- *Topografía del terreno*
- *Cultivo a implantar*
- *Tamaño de la parcela*
- *Disponibilidad de mano de obra*
- *Inversión inicial y el costo de mantenimiento del método*
- *Habilidad y destreza del regante*
- *La costumbre (transmisión de conocimientos generacionalmente)*
- *Disponibilidad de agua (fuente, caudal, tiempo, frecuencia, acceso, oportunidad, control)*

Si bien varios de estos factores parecen coincidir con los factores implícitos dentro de las variables de diseño indicadas en el cuadro anterior, ellos divergen en el concepto de optimización del agua, ya que en la práctica de riego campesino el uso óptimo del agua estará basado en tratar de hacer alcanzar este recurso a la mayor superficie de cultivos asegurando mínimamente la cosecha y no necesariamente buscando la maximización productiva, es decir concentrando las aplicaciones de agua en menor superficie.

Es importante hacer notar que la disponibilidad y acceso al agua, están entre los factores de mayor relevancia en la implementación de un método de riego, y en combinación con otros factores resultan en métodos peculiares en cada zona.

En general, podemos señalar que los métodos de riego implementados por los campesinos en los valles interandinos, corresponden a la categoría de riego por superficie o riego por gravedad en el que algunas de las distintas modalidades son variantes del riego por inundación, denominación que se ha venido utilizando en forma genérica para describir dichas variantes, simplificando enormemente la diversidad de los métodos de riego y por consiguiente ignorando la tecnología de riego campesina implícita.

Esta simplificación y falta de conocimiento se hace también evidente en el hecho de que en la literatura clásica de riego, el riego por inundación es denominado “inundación violenta” (Wild flooding), haciendo alusión a una manera de regar en forma no controlada, presuponiendo la falta de criterios, habilidades, objetivos y conocimientos que encierra esta manera de regar.

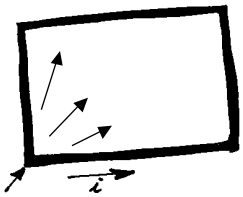
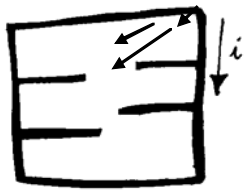
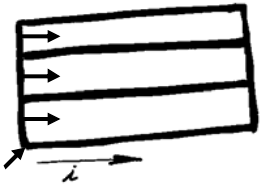
En el cuadro 3, se ilustran algunos métodos de riego por superficie, practicados por los campesinos del Valle Alto y Central de Cochabamba, que dan una idea de las tecnologías de riego parcelario. Investigaciones en algunas de estas modalidades (Delgado, 1996; Romero, 1997; Centellas, 1998) demuestran que las composturas efectuadas cumplen funciones importantes, como ser:

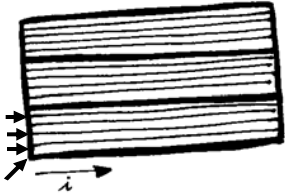
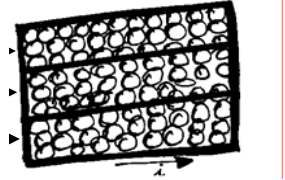
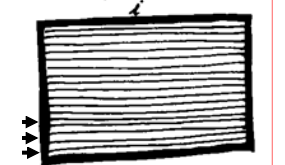
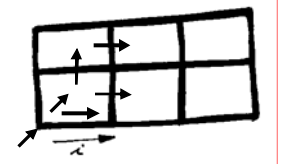
- mejorar la uniformidad con que se distribuye el agua en la parcela
- reducir la velocidad del agua y así mejorar la infiltración
- almacenar la mayor cantidad posible de agua en el perfil del suelo
- mejorar el control sobre el avance del agua cuando se trata de caudales grandes y la presencia de personas que riegan es limitada.

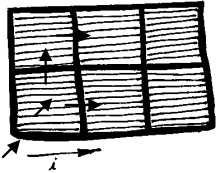
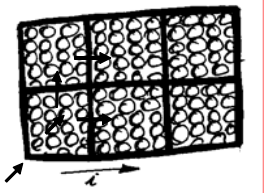
Las estructuras de control o composturas hechas dentro la parcela serán en gran parte las que definan el resultado de la aplicación de riego en términos de uniformidad, almacenamiento y pérdidas de agua. A continuación se describen resumidamente algunas de estas modalidades de riego identificadas a partir de la sistematización de trabajos de investigación realizados en los Valles Alto y Central de Cochabamba.

Además de apreciar algunos rasgos de la técnica misma, es posible discernir algunas otras implicancias como ser los requerimientos de trabajo (en cantidad y habilidades), bajo que características de disponibilidad de agua se realizan (por ejemplo en términos de caudal, o de tiempo de riego) y por supuesto algunos de los otros factores referidos al suelo que ya se mencionaron anteriormente.

Cuadro 3. Métodos o modalidades de riego practicados en los Valles de Cochabamba y las condiciones de sus uso

Método o modalidad de riego	Cultivos	Topografía	Abastecimiento de agua	Observaciones
<p>Riego por desbordamiento natural o tendido (Inundación)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - En terrenos descansados o para preparación del terreno (riego de empanto, remojo). - Alfalfa (Tiquipaya). 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos relativamente planos y de nivelación uniforme que permita fluir al agua de riego, y la falta de estructuras de control es compensada por el empleo de varias personas durante el riego. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales elevados y variables (50-300 l/s), logrados de riadas y represas generalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo de las condiciones de nivelación, el resultado final del riego en la parcela será adecuado o no. - Este riego se hace sobretodo para riego de empanto, requiriendo bastantes personas para manejar el agua dentro la parcela. - Debido a que no hay bordos o composturas y al operar con caudales grandes, es indispensable la presencia de muchas personas para guiar y distribuir el agua en todo el terreno.
<p>Riego por desbordamiento natural con diques de contención</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos descansados y preparación del terreno (riego de empanto, remojo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos relativamente planos, de poca nivelación por ello se hacen algunas estructuras de control y/o regulación /distribución puntuales (pequeños diques), para mejorar la aplicación de riego. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales elevados y variables (50-300 l/s), logrados de riadas y represas generalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las estructuras de control (diques) ayudan a mejorar la distribución del agua, asimismo disminuyen la mano de obra en la actividad misma del riego parcelario.
<p>Riego por melgas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Alfalfa - Cebada - Avena - Cebada+alfalfa - Avena+alfalfa 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos de poca pendiente longitudinal y pendiente transversal nulo. anchos entre 1.5 a 5 m de longitudes variables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales moderados (10 a 50 l/s) o más. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los bordos de las melgas ayudan mucho al mejor control del agua, además permiten dividir el caudal en forma equitativa. - Requiere más mano de obra en los trabajos previos de nivelación y realización de melgas (bordos), compensado esto en los posteriores riegos. - Además, las melgas también responden a la necesidad de implantar cultivos de cubierta como la alfalfa y cereales menores.

<p>Riego por melgas y surcos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Papa - Maíz - Haba - Cebolla 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos con pendiente longitudinal (> a 5%) y con pendiente transversal preferentemente nula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales variables (0.50-50 l/s), pueden ser realizados con caudales de pozo y otras fuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los bordos de las melgas ayudan mucho mejor al control del agua, además permiten dividir el caudal en forma equitativa. - Requiere más mano de obra en los trabajos previos de nivelación y realización de melgas (bordos), compensado en los posteriores riegos. - Por otra parte, el riego puede ser efectuado cubriendo toda la melga o solamente por los surcos, dependiendo de la disponibilidad, accesibilidad del agua y disposición de mano de obra.
<p>Riego por melgas y pozas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Maíz (Punata) - Haba (Punata) 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos relativamente planos, la superficie dentro de cada melga tiene nivelación nula transversalmente (Ancho entr. 1.5 a 5 m y largo variable) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales variables (10-50 l/s). 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanto como las melgas y las pozas (resultante del aporque: jallmada) mejoran considerablemente la eficiencia de riego, pues las pozas permiten que el agua se detenga luego de cortado el flujo de entrada de agua (mejora el tiempo de oportunidad y la distribución del agua en el perfil). Está bastante relacionado con su aplicación en suelos pesados de infiltración lenta.
<p>Riego por surcos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Papa - Maíz - Haba - Flores - Coles 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos relativamente planos (> a 5%), surcos trabajados en favor de la pendiente. En parcelas pequeñas sobre todo (200 a 700 m²) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales variables (0.5-20 l/s) - Muchas veces el flujo es dividido en varios caudales, cubriendo varios surcos simultáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo de las condiciones de infiltración y la pendiente longitudinal el riego puede ser favorable o no, además disminuye bastante la mano de obra al momento del riego. - Es realizado sobre todo para cultivos que requieren ser aporcados por su naturaleza de producción.
<p>Riego por bancos o cajetas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Alfalfa - Cereales 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos con pendiente más pronunciada en favor de la distancia longitudinal y la pendiente transversal poca o nula 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal muy variable (10-100 l/s). 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite controlar mejor el agua en terrenos con pendiente considerable, permitiendo estancar el agua en los compartimientos, luego de cortar la entrada de agua. Muy relacionado con su realización en terrenos con infiltración baja. - Generalmente, la pendiente transversal es trabajado por los campesinos para disminuir lo más posible.

<p>Riego por bancos y surcos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Papa - Haba - Maíz 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos con pendiente más pronunciada en favor de la distancia longitudinal y menos acentuada transversalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal muy variable (5-50 l/s). 	<ul style="list-style-type: none"> - Posibilita controlar mejor el agua en terrenos con pendiente considerable, permitiendo estancar el agua en los compartimientos, luego de cortar la entrada de agua. - El riego puede ser cubriendo todo el estanque o regando surco por surco de acuerdo a la disponibilidad de agua, cantidad, tiempo de aplicación, etc. - Relacionado con suelos de infiltración lenta (mejora el tiempo de oportunidad de riego mejorando el proceso de infiltración)
<p>Riego por bancos y pozas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Maíz - Haba 	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos con pendiente más pronunciada en favor de la distancia longitudinal 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal muy variable (10-100 l/s). 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite controlar mejor el agua en terrenos con pendiente considerable, logrando estancar el agua en los compartimientos, luego de cortar la entrada de agua, mejorado esta situación por las pozas. - Esta modalidad es la más adecuada, sobre todo en terrenos con pendiente desuniforme en todo el terreno así como suelos con infiltración baja, pues los bordos por una parte y las pozas por otra parte incrementan el tiempo de contacto entre el agua y el suelo considerablemente.

Fuente: Delgadillo (1999).

Como es el caso de muchos sistemas de riego en los valles de Cochabamba, viendo cualquiera de estas modalidades en un primer paseo por el campo, (y tal vez inclusive hasta la última visita), un ingeniero en riego o un agrónomo seguramente los ubicará “dentro del mismo saco” como riego por inundación, pero nuevamente, solo hace falta detenerse un momento más y ver en la práctica, qué otros factores están influyendo para la aplicación de la misma, qué otros aspectos están involucrados en la tecnología del riego parcelario además de los físicos (edáficos).

En el presente documento se enfatiza en la disponibilidad y acceso al agua como factores influyentes en la decisión de los campesinos para elegir uno u otro método. Son varios los estudios que reportan tal situación, por ejemplo Verweij (1993), en un trabajo de investigación realizado en Tiquipaya (Valle Central de Cochabamba) sostiene que una estrategia al que acuden los agricultores es que cuanto menos agua tiene un usuario para regar su parcela, mayor cuidado va a dar a sus prácticas de riego. Esto se relaciona directamente con el método de riego, y las prácticas que realizará. Por ejemplo, a fin de optimizar el uso del agua, un riego por surcos se conduce generalmente regando uno, dos o varios surcos a la vez, y controlando perfectamente la llegada del agua al final del surco, para poder regar en seguida los siguientes. De la misma manera, se maneja el agua durante el barbecho o un empanto, dirigiendo el agua a todos los sectores de la parcela, gracias a la confección de pequeños canales o diques dentro el terreno.

Cuando el agua no constituye un factor limitante, el riego por inundación o por surcos se maneja de forma más simple, a tal punto que se puede observar zonas de estancamiento de agua en la extremidad de la parcela o a veces algunos remanentes. Por ello, aunque un riego muy controlado pueda requerir generalmente más personas, los campesinos que enfrentan situaciones de escasez de agua, no vacilan en invertir trabajo familiar o mano de obra contratada para optimizar el uso del agua.

4. TIPOS DE RIEGO CAMPESINO

Como mencionamos anteriormente, entenderemos por tipos de riego a las distintas modalidades de riego que más bien se asocian a momentos específicos dentro del ciclo de cultivo y que además están orientados a cumplir objetivos diferentes. Consideramos importante diferenciar estos “tipos” de riego ya que podría decirse que son el resultado de la priorización que hacen los campesinos para aplicar el riego a sus diferentes cultivos/parcelas ante diferentes condiciones de disponibilidad y acceso al agua. No se debe olvidar que en general en la zona andina el riego cumple principalmente un rol complementario a las lluvias, razón por la cual se hace aún más importante considerar “lo oportunos” que deben ser los riegos o, al mismo tiempo, el ajuste del calendario a las condiciones de disponibilidad.

Siguiendo un ciclo agrícola completo, podemos diferenciar los siguientes tipos de riego, los que corresponderán a distintos cultivos:

- Riego de remojo
- Riego de barbecho o empanto
- Riego de transplante
- Riego de siembra

- Riego(s) al cultivo
- Riego de cosecha

En el Cuadro 4, se resumen las características más importantes de dichos riegos, resaltándose que cada tipo está asociado a un momento específico según el cultivo, y también cumple funciones específicas. Si revisamos la literatura clásica de riego, en realidad todo el énfasis en el riego parcelario está resumido a los riegos al cultivo, para los cuales lo más importante es cubrir los requerimientos de agua del mismo y de acuerdo a la cantidad de agua que esté presente en el suelo en forma de “humedad aprovechable”¹

4.1. Riegos de preparación o preriego

En términos generales, se podría decir que los primeros cuatro tipos de riego de la lista dada líneas arriba, corresponden, por el momento de aplicación a riegos de preparación o preriego. Con estos riegos se buscan (en general) las siguientes finalidades:

- Humedecer el suelo para poder labrar la tierra (romper, voltear)
- Humedecer el suelo para almacenar el agua, facilitar la siembra, la germinación y emergencia, dotando humedad hasta el primer riego o precipitación efectiva.
- Permitir cosechar (aflojando el suelo, y muchas veces ésta humedad sirve para preparar el suelo destinado a la próxima siembra, es por eso que también se lo considera como preriego).
- Para permitir el trasplante de cultivos

4.1.1. Riego de remojo

Es denominado también en algunas zonas como riego de barbecho, sin embargo, nosotros haremos la diferencia, por los objetivos en general que tiene el comúnmente llamado “riego de barbecho”, asociado justamente a la secuencia de prácticas en el barbecho. Este riego consiste en humedecer superficialmente el suelo con el objetivo principal de facilitar la labranza inicial del mismo, de manera que el riego principal de preparación (riego de empanto) pueda ser aprovechado al máximo (mejora la infiltración luego de la aradura). Este riego, es aplicado principalmente en zonas donde la labranza del suelo se la realiza con tracción animal (yunta), pues de otra manera se dificulta mucho el trabajo y “*los animales sufren mucho si el terreno está seco y duro*”.

¹La humedad aprovechable representa la cantidad de agua que se encuentra entre los “límites” en los cuales la planta puede “aprovechar” el agua en el suelo. Dichos límites son los denominados capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Cuadro 4. Tipos de riego en la práctica campesina

Tipo de riego	Características				
	¿cuando?	¿como?	cultivos principales	¿para que?	Observaciones
Riego de remojo (preparación) (en algunas zonas riego de barbecho)	- Antes de iniciar las labores de preparación o antes de la cosecha	- Var. Inundación - Caudales variables: - Pozo: 5-20 l/s - Mit'a: 50-200 - Repr.: 50-200 - Vertientes 5-20	- papa - maíz - haba - cebolla	- hace posible la labranza inicial	- es a veces riego de cosecha (según el cultivo anterior) - en algunos lugares le llaman de barbecho
De Barbecho (empanto)	- después del riego de remojo (si es que hay) o en lugar del riego de remojo	- Var. Inundación (excepcionalmente por surcos con desborde) - Normalmente caudales grandes	- maíz - papa - haba - hortalizas - cereales (a veces)	- asegura la germinación y desarrollo inicial del cultivo hasta el primer riego - almacenamiento de agua en el suelo	- varía la época, caudales, volúmenes
Transplante	- 1 a 2 días antes del transplante o durante el transplante	- Por surcos-inundación - Caudales bajos: pozos, pila yaku, mit'as, caudales entre 10 y 20 l/s o menos	- cebolla - hortalizas	- asegura el prendimiento de las plántulas	- exclusivo de cultivos de almácigo
Siembra	- 1 semana ó 10 días antes de la siembra	- Inundación-surcos - Diferentes fuentes	- zanahoria - flores	- asegura la germinación	- cultivos de semilla muy pequeña
Cosecha	- al final del período de maduración del cultivo	- inundación-surcos - diferentes fuentes	- maíz - papa - cebolla - zanahoria, hortalizas en general	- facilita la cosecha de hortalizas - sirve como riego de remojo	- en el caso del maíz sólo riego de remojo o barbecho
Al cultivo	varía de acuerdo al cultivo, época, zona, etc.				

En zonas donde la labranza se realiza con tracción motriz, los requerimientos de humedad y las condiciones de “dureza” del suelo ya son menos importantes, como es el caso de las zonas central y sur de Tiquipaya y El Paso o la zona sur del abanico de Punata (Humérez, 1996).

Algunos factores que influyen en las decisiones de los agricultores para efectuar el riego de remojo son:

La tracción a emplear en la preparación del suelo. En el caso de que la familia campesina no pueda disponer de tracción motriz, para labrar un terreno seco, generalmente realizan un riego de remojo, pues la tracción animal empleada no opera adecuadamente en condiciones de mucha sequedad del suelo.

El cultivo a ser implantado. Algunas familias que deciden cultivar por ejemplo hortalizas (caso El Paso), muchas veces realizan las labores de labranza del suelo con éste riego únicamente, pues el riego de transplante (láminas de aplicación mayores) se realiza después del transplante o simultáneamente, de manera que aplicar láminas más grandes no tiene sentido.

Disponibilidad y acceso al agua. Este factor es también determinante por cuanto familias con mayor acceso al agua pueden realizar holgadamente o no un riego de remojo, que es una medida muy recomendable para que la labranza inicial (*rayada*²) sea más fácilmente realizada.

Condición de humedad y de dureza del terreno antes del arado (Terrenos en descanso, purumas). Es muy común ver que en suelos recién cosechados la labranza se ve facilitada frente a terrenos que estaban en descanso o con cultivo de alfalfa, en cuyo caso, el riego de remojo es una medida indispensable, sea cual fuere la tracción a emplear para la aradura.

Textura del suelo. Este factor también determina en cierto grado la necesidad de riego de remojo, pues suelos pesados, en condiciones secas son prácticamente poco o nada laborables en relación a un suelo de textura liviana.

En cuanto a las fuentes de agua empleadas para éste riego, se podría decir que no hay exclusividad en el empleo de una u otra fuente, se usa la fuente que éste disponible, ya que éste riego no es muy exigente en cuanto a láminas.

Dentro de esta modalidad se podría incorporar también el *Riego para cosechar*. Este riego es aplicado al final del periodo de madurez del cultivo, para facilitar la cosecha, sobretodo de papa y especies hortícolas que requieren ser cavadas (Cebolla, zanahoria, rábanos, betarraga, etc.).

4.1.2. Riego de empanto

Es aquel riego de preparación efectuado con las siguientes finalidades: Almacenar la mayor cantidad posible de agua en el perfil del suelo (láminas generalmente elevadas en relación a los distintos riegos identificados), para garantizar la germinación, emergencia y el primer estadio de desarrollo del cultivo hasta recibir el primer riego o una precipitación significativa. Por supuesto,

² primera labor superficial hecha con arado de palo, en procura de mejorar las condiciones de infiltración del suelo.

el objetivo de almacenamiento sólo será alcanzado si además de contar con “suficiente” cantidad de agua (volúmenes que permitan un riego de más de 100 mm de lámina), las características de suelo favorezcan dicho almacenamiento. Obviamente, no tendrá ningún sentido tratar de almacenar agua en un suelo de textura ligera, pero sí en uno de textura media a pesada con una buena capacidad de retención de humedad y en el que la conductividad hidráulica sea reducida, de manera que también la percolación profunda sea mínima.

Humérez (1996) indica algunos objetivos complementarios del riego de empanto señalando que permite eliminar y remover los pastos y restos vegetales, para que éstos se descompongan dentro del suelo y se incremente en cierta medida el contenido de la materia orgánica en el suelo.

En éste punto es necesario detenerse un poco, en el entendido de que dichos efectos son más bien logrados por el proceso mismo del barbecho (periodo en el cual suceden estos procesos). Evidentemente, el riego de empanto permite que haya suficiente humedad en el suelo como para que se den, combinados con la temperatura, procesos de descomposición de la materia orgánica. Sin embargo, no necesariamente cuando se hace un riego de empanto transcurre un tiempo considerable, entre éste y la siembra, como para que se produzcan cambios importantes (por ejemplo, en la implantación del cultivo de cebolla en Punata, desde el riego de empanto al transplante transcurren entre 2-3 días solamente).

En otras palabras, no todos los riegos de empanto tienen como objetivo la acumulación de agua en el perfil del suelo. En casos donde se tiene una disponibilidad de agua “segura”, con el riego de empanto se busca sólo asegurarse el establecimiento inicial del cultivo o de permitir la siembra inmediata sin que transcurra un período real de barbecho. En todo caso, si el riego de transplante no fue adecuado, algunos campesinos realizan el riego de “refuerzo” (Romero, 1997).

4.1.3. Riego de transplante

Este riego se realiza de forma similar al riego de empanto, pudiendo ser por inundación total (caso Punata, a pesar de los surcos presentes y solamente cuidando de mantener los surcos realizados con anterioridad) o riego por surcos, como es el caso del Valle Central o Bajo de Cochabamba donde realizan el riego después del transplante.

El transplante se realiza 2 a 3 días después de efectuado éste riego, la lámina aplicada en este riego generalmente es alta: 50 mm, pero el caudal utilizado para estos riego es normalmente bajo, incluso algunos campesinos dividen en dos el caudal de un mismo pozo (aproximadamente 20 l/s) con el fin de hacer más lento el avance del frente de riego y aumentar así el tiempo de contacto entre el agua y el suelo (Romero, 1997).

La mayor diferencia con el riego de empanto es que su finalidad de almacenar agua en el perfil del suelo ya no es apremiante. Se busca principalmente “auxiliar” las plántulas inmediatamente después del transplante y permitir que las plántulas y sus pequeñas raicillas entren en contacto íntimo con el suelo y superen el stress causado por el transplante.

En los valles de Cochabamba, este riego juega un papel importante en la producción hortícola (como también de flores), por la importancia justamente de estos rubros dentro de las estrategias económicas campesinas.

En algunas zonas se realiza el riego 2 ó 3 días antes del trasplante (caso Punata) o simultáneamente a éste (Valle Central, Bajo y mesotérmicos).

4.1.4. Riego de siembra

Es un riego con cierta especificidad para algunos cultivos de semilla muy pequeña, como es el caso de la zanahoria y algunas flores. Este riego es realizado una semana o menos días antes de la siembra, se caracteriza por la aplicación de una lámina de agua pequeña, buscando asegurar la germinación de la semilla. Generalmente, después de la siembra (al voleo), se procede a cubrir la semilla con una capa muy delgada de tierra fina, de manera que evite el resacamiento y/o proteja del ataque de los pájaros.

4.2. Riegos al cultivo en desarrollo

Estos son riegos efectuados al cultivo en el transcurso de su desarrollo, de manera que satisfaga sus requerimientos hídricos en cantidades y oportunidad muchas veces no óptimas desde el punto de vista técnico-teórico, efectuándolos de diferente manera (métodos de riego) de acuerdo al cultivo, lugar, disponibilidad y acceso al agua, objetivo y conocimiento del agricultor.

Considerando los principales cultivos (maíz, papa y haba), éstos tienen momentos claves de necesidad de agua de riego. Todos los reportes coinciden en que los campesinos consideran dos momentos de vital importancia durante el ciclo del cultivo: el aporque principal y la floración, en los cuales no debe faltar agua al cultivo. Por ello los campesinos se proveen de agua utilizando varias estrategias de acceso al agua para satisfacer estos momentos, pero si tienen posibilidad de regar más veces lo harán. Es cierto que muchas veces no logran éste objetivo cabalmente, pero son conscientes de estos momentos claves (críticos) para el éxito o fracaso de la producción. Soto (1997) reporta al respecto los factores e indicadores que los campesinos en Punata toman en cuenta para aplicar un riego “oportuno” a los diferentes cultivos una vez que se tiene cierta seguridad sobre el acceso al agua. Entre ellos están el estado de cultivo (si la planta luce vigorosa o no, por el color y otros) y las condiciones de humedad del suelo.

Por otro lado, en los cultivos hortícolas especialmente (cebolla, zanahoria, coles, etc.), también existen momentos claves como el trasplante o siembra, inmediatamente después del trasplante y la etapa de mayor desarrollo dentro la curva de crecimiento del cultivo, en los cuales no debe faltar el riego.

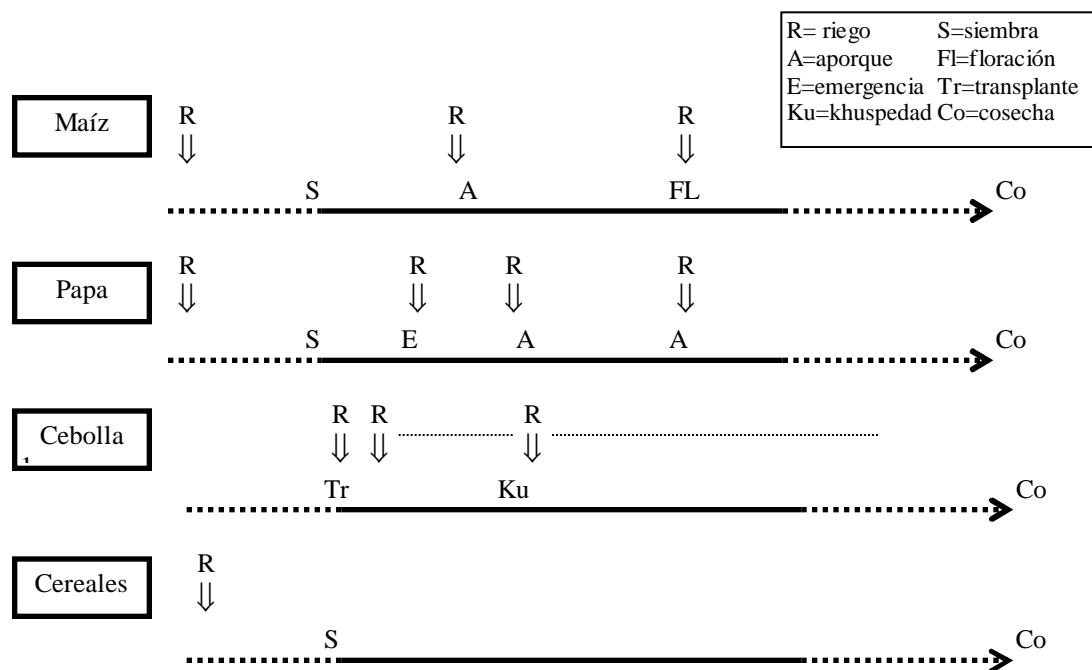
De acuerdo a Romero (1997) en el cultivo de cebolla (Punata) se realiza un riego llamado de refuerzo, éste riego tiene por objeto asegurar el éxito del trasplante de cebolla, garantizando el prendimiento y la adaptación de los plantones. Generalmente se realiza 5 a 7 días después de la fecha de trasplante, sin preferencia de fuente de agua, sino de acuerdo a la disponibilidad.

En general los cultivos hortícolas requieren agua muy frecuentemente aunque en láminas menores, de ahí que disponer y acceder en forma adecuada al agua es también un requisito

indispensable para la implantación de éste tipo de cultivos, que son menos resistentes al stress hídrico.

En otros términos, los agricultores que tienen la certeza de contar con agua para satisfacer mínimamente los requerimientos de estos cultivos, emprenderán la empresa, en cambio aquellos que saben que no podrán contar con agua para estas especies no se aventurarán fácilmente, prefiriendo poner especies menos exigentes como el maíz, pues éste inclusive con sólo un *buen riego de preparación*, y un periodo de lluvias favorable podrá producir, aunque no de manera óptima, pero al menos el campesino tendrá producción para su consumo. Además, las especies hortícolas generalmente son destinadas al mercado, por tanto es importante cubrir los requerimientos mínimos de agua, entre otros factores, para tener una producción aceptable o de lo contrario esto se reflejará en la baja calidad del producto y por consiguiente precios bajos.

En la siguiente figura se esquematizan los momentos más importantes de riego durante el ciclo de algunos de los cultivos que predominan en los valles.



En el esquema anterior se pueden observar los momentos críticos en los que no debería faltar agua para regar los cultivos. El diagrama no está graficado mostrando a escala los ciclos de cultivo ni las épocas de siembra. Estos variarán de acuerdo a la zona, cultivos y variedades sembradas.

En el cultivo de maíz se definen dos momentos críticos. Antes de ellos, es importante mencionar el riego de preparación (empanto), ya que de éste riego dependerá la germinación, emergencia y el desarrollo inicial del cultivo. Nuevamente, debemos recordar que en general el maíz es sembrado al inicio o poco antes de la época de lluvias (riego complementario), por lo que éste riego se hace indispensable si se quiere adelantar la siembra (mishka).

El primer riego al cultivo de maíz también es importante. Con él se asegura la provisión de agua durante la época de mayor crecimiento de la planta, en la que los requerimientos de agua también son elevados. Este riego está asociado al aporque o “jallmada” que de acuerdo a investigaciones realizadas por el PEIRAV, tiene varios propósitos, como ser el de deshierbe, el de asegurar la firmeza de la planta una vez que ha completado su elongación y así evitar el acame, el promover el desarrollo de las raíces adventicias secundarias (que también aseguran el anclaje de la planta) y finalmente, pero no por ello menos importante, remover el terreno de manera que se mejore la infiltración del agua durante el riego, esto con el fin de almacenar la mayor cantidad posible de agua.

El segundo riego es también de mucha importancia, pues servirá para la formación y llenado del grano. Muchas veces este riego ya no es realizado, dependiendo de la zona y la época, pues en general ya se espera tener considerables aportes por las lluvias.

En el cultivo de papa el riego de empanto, tiene una importancia equivalente al de maíz. En este caso, la humedad debe ser la suficiente para asegurar la emergencia de las plantas, e inmediatamente después aplicar el primer riego al cultivo. Cualquier otro riego o aplicación involuntaria de agua antes de la emergencia, sobre todo en suelos de textura media a pesada, tendrá el inconveniente de encostrar el suelo y así afectar la emergencia uniforme de las plantas.

El segundo riego y el tercero, son indispensables para la formación inicial del tubérculo y su posterior desarrollo. Estos están asociados a la práctica del aporque.

En el caso del cultivo de cebolla, como se mencionó anteriormente, se debe disponer de agua de manera que permita riegos frecuentes (lo mismo para otras hortalizas). Como riegos importantes se pueden identificar el de transplante, sin el cual se podría decir que no es posible el cultivo de cebolla, en lo posible realizar el riego de refuerzo y después los siguientes riegos, que en general requieren de intervalos entre 4 a 10 días, dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo.

Por la época de siembra, el riego de preparación será uno de los más importantes para el cultivo de cereales. Las lluvias cumplen el mayor papel en éste caso.

Para comprender mejor los tipos de riego, es necesario hablar de la complementariedad o suplementariedad del riego en la agricultura regada, ya que los campesinos, de acuerdo a la disponibilidad de agua para riego sincronizan por ejemplo los riegos de preparación y la siembra con el periodo de lluvias, de manera que la humedad proporcionada aguante hasta las primeras lluvias, es decir complementan con riego a las lluvias para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo. En cambio, los que cuentan con agua para riego durante el periodo de estiaje suplen totalmente a las lluvias en la provisión de agua a los cultivos.

5. MÉTODOS, TIPOS DE RIEGO Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO

Hasta aquí se ha tratado de sintetizar todo lo concerniente sobre los métodos y tipos de riego practicados por los campesinos, sobre todo en la región de los valles de Cochabamba, enfatizándose en el cómo (procedimiento) y el por qué (objetivos). De esto surge la pregunta

obligatoria: ¿Cuál es la utilidad práctica de entender los diferentes métodos y tipos de riego practicados por los campesinos?.

En un principio, el ex-PEIRAV, implementó un proyecto de investigación sobre tecnologías de riego, cuya finalidad principal, al igual que otros proyectos de investigación era básicamente explorativo y por tanto descriptivo, para tener una primera aproximación sobre la realidad del riego campesino practicado en Bolivia, dado los continuos fracasos en la intervención de sistemas de riego. Pasada esta fase, ahora la búsqueda del programa complementario (Centro AGUA), es aplicar todas las herramientas conceptuales y metodológicas desarrolladas, en procesos de diseño de sistemas de riego.

Cabe indicar que el diseño de un sistema de riego, no solamente involucra el diseño de la **infraestructura hidráulica** propiamente dicho (conjunto de obras hidráulicas, tipos y funciones de estructuras, calidad de obras, idoneidad técnica, costos, requerimientos de uso y mantenimiento, adaptabilidad al manejo campesino, etc.), sino involucra también el diseño de la **gestión del sistema** (organización, derechos al agua, distribución, operación y mantenimiento del sistema), así como los aspectos inherentes a la **producción agrícola** (cédulas de cultivo, calendarios agrícolas, requerimientos pico, estrategias de producción, tecnología campesina, etc.).

A partir de este entendido, en el siguiente esquema se pretende ilustrar, en principio la relación entre los métodos - tipos de riego y los elementos constituyentes de un sistema de riego, lo cual ayudará a comprender, por tanto su relación con el diseño de sistemas de riego:

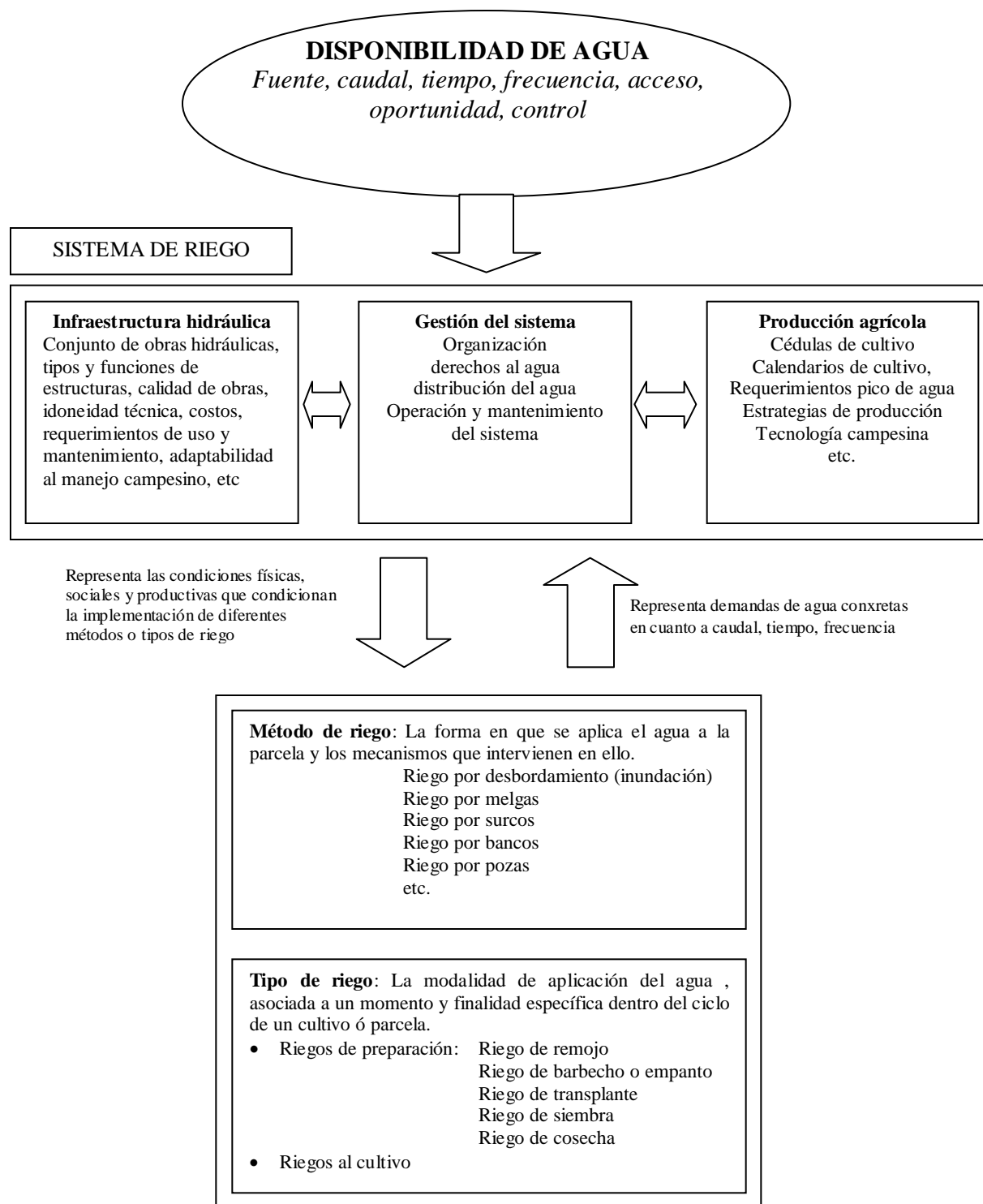


Figura 1. Relación entre los métodos-tipos de riego y los componentes de un sistema de riego

Hasta hoy en día, en la elaboración de proyectos de riego en Bolivia, en cuanto a los métodos y tipos de riego se refiere, generalmente se presentan dos situaciones bien definidas:

- Diseñadores que no consideran para nada criterios campesinos de elección de métodos y tipos de riego, lo cual se traduce en la falta de análisis total del riego campesino local y plantean por tanto métodos de riego totalmente ajenos a la realidad local, ocasionando desencuentros entre la propuesta de los ingenieros y las prácticas de los campesinos.

Un ejemplo de esta posición es que en la actualidad, no se considera en el requerimiento de agua para el sistema (sin y con proyecto) el riego de preparación, que en nuestro medio constituye alrededor del 20 al 30 % del total de la lámina de riego aplicado al cultivo, por tanto, es indiscutible su importancia, y no considerarlo en los requerimientos totales del sistema es una gran falacia, ya que el cálculo de las demandas pico de agua pueden ser distintas, tomando en cuenta que generalmente se los considera la etapa de mayor crecimiento de los cultivos, pero considerando el riego de preparación pueden presentarse inclusive dos momentos pico de requerimiento.

- Aquellos que consideran, por el contrario que no hay que interferir la práctica actual, por tanto, con el proyecto no se incidirá para nada a nivel parcelario, lo cual es una situación muy cómoda de decir que siga como está, sin tomarse el tiempo necesario para analizar y entender la lógica campesina en el empleo de uno u otro método o tipo de riego e identificar los puntos críticos, en los cuales se pueda incidir adecuadamente.

Es evidente que los métodos de riego por superficie practicados en la agricultura regada en general, ocasionan pérdidas de agua durante la aplicación, y en la medida en que la escasez de agua se acrecienta cada vez más, considerar métodos alternativos más eficientes es una necesidad actual. Una prueba de ello es que en algunos sistemas de riego gestionados por campesinos en Bolivia están implementando el riego por aspersión como un método alternativo para mejorar la eficiencia de aplicación del agua entre otros beneficios y, comprender estos procesos de adopción de tecnología de riego se constituye en una necesidad para los programas de investigación en la temática del agua y del riego.

Está claro que ninguno de los extremos es bueno, ya que ambas posiciones son muy cómodas, el uno por ignorar totalmente el conocimiento local que facilita en gabinete el diseño y el otro, por idealizar el mismo, que también simplifica el trabajo del ingeniero. Creo que es importante analizar las implicancias sociotécnicas de las propuestas tecnológicas en toda su dimensión, lo que conlleva a concebir el diseño como un proceso interactivo en el que exista la discusión y consensuación de alternativas técnicas entre ingenieros y campesinos.

6. CONCLUSIONES

- El concepto de optimización de uso del agua para riego desde el punto de vista de riego tecnificado o de asegurar la cosecha, define también los factores o parámetros a considerar en la elección de uno u otro método de riego.

- Dentro de la tecnología de riego parcelario, existen diversos factores que llevan a los campesinos a aplicar distintos métodos de riego. Además de factores físicos (de suelo, topografía y cultivo) están asociados otros factores como ser la disponibilidad de agua y las posibilidades de acceso a ella, la disponibilidad de mano de obra en diferentes épocas del año y el conocimiento o tradición que tengan éstas en el manejo del agua.
- Una forma de acercarse al entendimiento de la tecnología de riego a nivel de parcela, es el estudio o seguimiento de las prácticas de riego propiamente dicho. Este seguimiento permite entender las decisiones tomadas por los campesinos (priorización de cultivos a regar, la función de los diferentes arreglos o composturas hechas en la parcela, ajustes de sus prácticas año tras año, de acuerdo a las variaciones climáticas que afectan la disponibilidad de agua, etc.).
- Entender los métodos y los tipos de riego practicados, posibilitan una aproximación más cabal, bajo condiciones locales, de la demanda de agua de los cultivos así como de los momentos pico de ésta.
- La disponibilidad de agua debe ser entendida no sólo en términos de volumen total en la fuente de agua, sino también en términos de tiempo que el agua está disponible, la época y los intervalos o frecuencia, la seguridad de contar con el agua en un momento dado, así como la oportunidad de ésta, aspectos que influyen decisivamente en la práctica de los diferentes métodos y tipos de riego practicados en los valles.

7. RECOMENDACIONES GENERALES

- En general, existen aún muchos vacíos sobre todo a nivel cuantitativo en el estudio de prácticas campesinas de riego. Asimismo, falta investigación en riego parcelario en ámbitos diferentes a los valles, pero es importante orientar estos estudios hacia el logro de criterios que sirvan a mejorar los procesos de diseño.
- En cierta medida, a través de estudios descriptivos de las prácticas de riego campesinos, se ha logrado un acercamiento hacia la tecnología de riego parcelario en los valles. Sin embargo, es importante desarrollar este entendimiento dirigida hacia los procesos de diseño en sistemas de riego campesino.
- En la elaboración de proyectos de riego, se hace necesario incorporar nuevos parámetros de riego (por ejemplo: Láminas de riegos de preparación) para una aproximación más real a la demanda de riego antes y después del proyecto.

8. RECOMENDACIONES A TERCEROS

- Sistematizar el conocimiento tecnológico sobre el riego en la parcela, en cualquier ámbito ayudará en el intento de incorporar estos elementos en procesos de diseño, así como para poder lograr innovaciones tecnológicas en el riego parcelario, tanto en los métodos como en los tipos de riego.

9. BIBLIOGRAFIA

- CENTELLAS, R.** 1998. Estudio de las prácticas de barbecho dentro y fuera del área de influencia de los sistemas de riego en Punata (borrador). Tesis para Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. p. irreg.
- DELGADILLO, O.** 1996. Análisis de las prácticas campesinas de manejo de suelos destinados a la optimización del agua de riego en el Sistema de Riego Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 114 p.
- DELGADILLO, O.** 1999. Aproximación a las prácticas campesinas de manejo de suelo y agua en la agricultura regada. Con énfasis en los Valles Alto y Central de Cochabamba. PEIRAV. 175 p.
- DURAN, A.** 1998. Disponibilidad de agua y decisiones productivas: el rol de las estrategias de uso de agua en la agricultura regada campesina. Documento presentado en: Curso postgrado de especialización en Gestión campesina y diseño de sistemas de riego (junio-diciembre de 98). PEIRAV-PRONAR-FCAPFYV. Cochabamba, Bolivia. 20 p.
- GUROVICH, L.** 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Levantex. San José, C.R. 433 p.
- GUTIERREZ, Z.** 1990. Riego de preparación o preriego en Punata. PRIV-MACA/GTZ. Cochabamba, Bol. 10 p.
- GUTIERREZ, Z.** 1992. Descripción y valoración del riego parcelario en el sistema Punata (Versión preliminar). PRIV-MACA/GTZ. Cochabamba, Bol. 39 p.
- HUMEREZ, O.** 1996. Estudio socio-técnico del riego parcelario a nivel familiar en el sistema de "El Paso": con énfasis en los riegos de preparación. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 145 p.
- RAFAEL H.; R.** 1994. Principales factores que determinan la práctica del riego por inundación, en el Sistema de Riego Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 172 p.
- ROMERO, R.D.** 1997. Análisis de prácticas campesinas relacionadas con uniformidad de aplicación de agua a nivel parcelario en la zona de Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 219p.
- SOTO, H.** 1997. Oportunidad de riego según acceso al agua en las comunidades de Pucara y Larasuyo de la Provincia Punata. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 156p.
- SOTO, L.** 1997. Estrategias de manejo y agua a nivel familiar según su acceso: Estudios de caso en la comunidad de Chillcar Grande. Tesis Ing. Agr. FCAPyF, UMSS. Cochabamba, Bol. 157 p.
- VERWEIJ, M.** 1993. Agua entre sociedad y naturaleza: el fenómeno de las quebradas en el riego tradicional de Tiquipaya. PEIRAV. Cochabamba, Bol. 73 p.
- VILLARET, J.** 1995. Conceptos sobre sistemas de producción. Sucre, Bol.