

Disertación del Académico Correspondiente Ing. Agr. Jorge Chambouleyron

Consideraciones sobre la eficiencia de riego

Introducción

Nací en una provincia árida en donde el agua es fuente de vida, de progreso y de riqueza. No se si fue la gran preocupación por el agua que manifestaban todos los integrantes de la pequeña comunidad campesina en donde pasé los primeros años de mi vida, lo que me inclinó a desarrollar la especialidad en riego y drenaje o si fue la fuerte presencia de mis maestros lo que en definitiva generó el impulso. Lo cierto es que durante los últimos treinta años he desarrollado una especialidad que con el correr de los años y con la evolución de la sociedad se ha ido haciendo cada vez más compleja y ligada al desarrollo económico de la región.

Tomé conciencia de la importancia del recurso hídrico a temprana edad cuando sin quererlo y participando de los juegos infantiles, acompañaba a mi padre a las reuniones de agricultores en donde se discutía, a veces acaloradamente, sobre las condiciones del canal de riego y sobre los turnados de las propiedades. Gocé en mi niñez del agua de las acequias cuando con mis amigos y bajo la mirada vigilante de algún mayor, nos bañábamos en el gran pozo que se formaba, cuando se bajaba la compuerta frente a nuestra finca y se acumulaba el agua para entrar en la bocamota que sedienta, recibía el fresco caudal.

Tal vez sin quererlo fui aprendiendo de los mayores el arte del manejo del agua lo que impactó en mí y determinó

que luego, siendo ya agrónomo me inclinara por la especialidad.

Fue sin embargo la feliz coincidencia de que una vez recibido tuviera la posibilidad de trabajar con dos grandes maestros en la ciencia del suelo y del agua lo que me inclinó definitivamente hacia la especialidad. Reconozco en el Profesor León Nijensohn, Director del Instituto de Suelos y Riego de la Facultad de Ciencias Agrarias, durante mi juventud, la figura que me inspiró el deseo de conocer la verdad. Por otra parte en el Profesor Carlos Grassi en ese entonces al frente de la Cátedra de Hidrología, el haber generado en mí la responsabilidad por la búsqueda y el desarrollo metodológico de la investigación. Es probable que sin el encuentro con estos dos grandes maestros, no hubiese sido posible para mí recorrer el largo camino en el que he ido aprendiendo sobre la utilización eficiente del agua.

También debo recordar aquí la figura de mi padre que con su ejemplo de seriedad y dedicación profesional impulsó en mí el cariño por el estudio. Es oportuno además recordar el apoyo de mi esposa y de mis hijos sin los cuales no hubiera sido fácil realizar este esfuerzo. Quiero destacar, la suerte que tuve al poder organizar un equilibrado grupo de colaboradores, con los que he trabajado en los distintos temas de la especialidad durante estos últimos años; sin su apoyo, entusiasmo y sin su aliento no podría haber realizado la

tarea que me impuse. Por último agradecer a mis alumnos de la Facultad quienes fueron un permanente acicate para el perfeccionamiento.

Me tocó desarrollar la especialidad en recursos hídricos en momentos en que el uso del agua comenzó a incrementarse por el paso de una sociedad agrícola a una urbano industrial. Esta situación ha determinado en el mundo grandes cambios que han traído como consecuencia que una de las batallas más importantes de la actualidad y más trascendente para el futuro sea la lucha por disponer de agua sin contaminar.

Se ha tomado conciencia de que el agua disponible en la tierra es un recurso finito y que su escasez será mayor en la medida en que se cumplan los pronósticos de crecimiento de la población mundial. De esta forma se piensa que para el año 2025 tendremos 8.500 millones de seres humanos y en ese momento los requerimientos de agua serán tan importantes que su captación y preservación se habrán transformado en el objetivo más importante de la humanidad.

Esa toma de conciencia de la importancia de la preservación y uso del agua, ha sido creciendo localmente de manera que nos encontramos hoy con una toma de conciencia colectiva, de las fuertes limitaciones al crecimiento impuestas por la pobreza del recurso hídrico.

La situación se hace más evidente en el oasis del río Mendoza en donde el promedio de la acumulación del agua en su cuenca es de 900 hm³/año para una población actual de 700.000 habitantes y un crecimiento demográfico esperado, que duplicará la población para el siglo próximo. Esto hace un volumen actual per cápita de 1285 m³/hab. año que es de por sí reducido

teniendo en cuenta los valores que se dan para Europa de 2600 m³/hab. año y para España de 2200 m³/hab. año.

Por otra parte teniendo presente que la provincia tiene a su disposición sólo 5600 hme de agua al año en sus cinco ríos aprovechados, si se divide ese volumen por su superficie territorial, se obtienen sólo 37 l/m². Si a ese número se lo compara con el de España, que es el país más árido de Europa y que posee 260 l/m², se obtienen valores dignos de preocupación para todos los sectores involucrados en la problemática del recurso hídrico provincial.

Del análisis de estos antecedentes se puede sacar como conclusión que el futuro de la región está fuertemente atado a la disponibilidad de agua dulce, no sólo en cantidad sino además en el momento en que ésta se dispone. Como la agricultura es el cliente más importante de los recursos hídricos locales y es en ese sector en donde se produce el mayor despilfarro y deterioro del recurso, se piensa que éste será el que en un futuro muy cercano, tendrá que hacer los mayores ajustes para evitar que la situación genere angustias en los otros sectores usuarios del agua. Por esta razón pienso que el mecanismo que se debe ajustar en el uso del agua para la agricultura es el de mejorar la eficiencia con que se está regando actualmente.

Evolución del concepto de eficiencia del riego.

Largo ha sido el camino recorrido desde que el Ing. Israelsen (1958), del Estado de Utah, Estados Unidos, popularizara por décadas de los años 50 el concepto de eficiencia del riego. En su publicación original el autor llamó la atención de los lectores americanos con datos sobre pérdidas en la red y en la aplicación del agua a los cultivos

en diferentes proyectos del país.

En su trabajo el autor definió a la eficiencia del riego como el producto de las eficiencias de conducción por las eficiencias de aplicación del agua en la parcela. En su mismo libro se empezó a diagramar estrategias para disminuir las pérdidas producidas en esta operación.

La divulgación de estos conceptos y el deseo de ahorrar agua para otros usos determinó el rápido crecimiento de compañías dedicadas a la impermeabilización de cauces y la construcción de tubos de hormigón. La década del sesenta se caracterizó por la abundancia de proyectos destinados a evitar las pérdidas físicas. Por esos años y ya incorporado al Instituto de Suelos y Riego de la Facultad de Ciencias Agrarias, participé en las observaciones sobre los métodos de manejo del agua realizados por los agricultores y la evaluación de la Eficiencia del Riego en una finca experimental perteneciente a la firma Trapi-che. De estas observaciones se obtuvieron los primeros parámetros de desempeño del riego a nivel provincial (1970).

En los años sesenta Jensen (1965), otro investigador americano, señala la inconveniencia de incrementar al máximo la eficiencia de riego ya que si bien las pérdidas de agua se reducen a un mínimo, aumenta el peligro de la salinización del suelo. Es por esta razón que se incorporó en la secuencia del cálculo de los proyectos, el concepto de la relación de lixiviación. Esta relación indica la lámina adicional que deberá agregarse a la calculada, para reponer la humedad en el suelo explorado por las raíces, y mantener así un nivel de salinidad inocuo para los cultivos.

Debido a la importancia que tomó este concepto y sus implicancias téc-

nicas y económicas, fue posible interpretar el porqué de la salinización y revenición de los suelos como consecuencia de un manejo deficiente del agua, en las zonas regadías del sud de la provincia de Buenos Aires. Debido a la presión que por ese entonces realizaba la Provincia de la Pampa para incrementar su cuota de caudales del río Colorado, se me encomendó a través del entonces CETARC (Comité Ejecutivo Técnico del Río Colorado), la evaluación de la eficiencia del riego y las consecuencias, para los cultivos, de la salinidad del agua de los ríos Atuel y Diamante.

Para esta evaluación se comprometió a la DGI y al Gobierno de la Provincia que junto a la Universidad apoyaron la investigación. Los resultados obtenidos indican para los oasis del sud, una eficiencia de riego del 28%. Esto significa que de cada 100 m³ distribuidos por el dique solo llegan a la planta 28 m³. El panorama que se encontró como resultado de la salinidad no fue más alentador; se tradujo en limitaciones del área regadía y contaminación con sales de los acuíferos subterráneos. Estos son los primeros datos obtenidos de una evaluación zonal a campo midiendo todos los parámetros que surgen del manejo de una gran área regada. Los datos de la evaluación fueron publicados por el ILRI de Wageningen, Holanda, en un libro dedicado al estudio de estos temas.

La evaluación de la eficiencia del riego a gran escala tropieza con enormes dificultades que no pueden dejar de ser tenidas en cuenta. Entre ellas la del conocimiento en un determinado momento del agua que se deriva en la cabeza de la red del sistema y a su vez en la cadena de canales en que se va dividiendo ese sistema. Es compleja la medición de los caudales que llegan

en un determinado instante a las bocatomas y la forma en que éstos se dividen de las fincas durante el riego. Es igualmente difícil evaluar el papel que juega el agua subterránea como riego integral o complementario del agua superficial.

La metodología desarrollada bajo mi dirección por el grupo local de Ingeniería de Riego y Drenaje del INCYTH, aplicada en los oasis regados de Mendoza y luego divulgada internacionalmente, consistió en la relación de láminas de agua derivadas y recibidas en función del tiempo de turnado y de la superficie de la unidad en el área de aplicación. Cuando se empezó a trabajar con este método, se utilizó la superficie empadronada lo que desfiguraba la realidad. La incorporación de los sensores remotos y la interpretación de la fotografía satelitaria en la década de los ochenta, cuando ocupaba el cargo de Superintendente, mejoró la calidad de la información básica y permitió el cálculo de la verdadera superficie regada. La incorporación de estas técnicas pudo lograrse a través de la firma de un convenio entre el DGI y el STARING CENTRUM de Wageningen, Holanda.

La metodología propuesta sirvió además para calcular la eficiencia del riego en las fincas y fue usada con gran éxito en la evaluación del uso del agua subterránea con el objeto de disminuir el consumo de energía eléctrica por bombeo. Al poco tiempo y siempre con el apoyo de mis colaboradores del grupo de riego y drenaje, se desarrolló el primer modelo local para evaluar la eficiencia con que se usa el agua en las fincas, el ERFIN, lo que se complementa un poco más tarde con la aparición del modelo DISEVAL, para evaluar y diseñar el riego por superficie en el área de aplicación (1990).

La obtención de tantos datos de la red como así también de cultivos, suelos, caudales y el análisis de los diferentes objetivos de uso del agua, determinó una gran complicación en el ordenamiento de los datos para la obtención de resultados precisos. Fue en ese momento en que decidimos hacer dinámica la expresión de todos estos valores y con la ayuda de la informática y de analistas de sistemas proporcionados por Italia y traídos con el aporte económico del convenio IILA - INCYTH (1980), concretamos el primer modelo regional, el TUNIN, para ser usado en la asignación del agua en un oasis regado. Esta metodología posibilitó obtener diferentes valores de eficiencia en base a los cuales ingresados a la red a partir de los derivados en el dique, y de los incorporados en la finca con agua superficial y con el bombeo de agua subterránea.

La evaluación de la eficiencia regional de riego comenzó a ser desde ese momento dinámica y de gran trascendencia económica debido a la incorporación del TUNIN en el análisis. Este novedoso método de estudio, aclaró el concepto de que el agua superficial de la red de riego se va encareciendo en la medida en que el acuerdo se hace más largo debido al régimen de pérdidas a que se encuentra sometido. Llega entonces un punto en el cual la pérdida es tan elevada que el costo del agua superficial, por unidad de volumen, se hace mayor que el del agua subterránea. En ese lugar geográfico es conveniente anular el sistema de abastecimiento superficial y bombear agua desde el acuífero. El componente económico que hasta el momento no había sido tenido en cuenta, hizo su irrupción en la ecuación compleja que se había formulado.

La incorporación de este concepto

fue muy importante para la interpretación de la ecuación de la eficiencia del riego y su relación con el balance del consumo de la energía regional. El modelo TUNIN, ha permitido así indicar en que áreas del sistema regado es más eficiente el traslado de la energía a través de un conductor eléctrico, necesario para el bombeo del agua del acuífero subterráneo, que la conducción del agua superficial a través de la red de canales de tierra. Esto ha posibilitado sugerir lugares en donde sería más conveniente, desde un punto de vista económico, la extracción del agua superficial con fines de riego, previamente inyectada al acuífero. De la misma forma, facilitar la conducción del agua a través de las capas subterráneas, eliminando la red de canales de tierra que la contaminan y tienen un alto costo de mantenimiento.

El modelo desarrollado se transformó en una invaluable herramienta de política hídrica provincial definiendo la necesidad de contar con el mismo mecanismo en todos los ríos de la provincia. Lamentablemente al llegar a este punto, nos encontramos con las falencias del marco legal del sistema que impide una aproximación más moderna en el uso del recurso. Fue debido a esta situación que alentamos al grupo de abogados del DGI al desarrollo de un proyecto de modificación de la actual ley de aguas, debido a que esta operación no está contemplada en la legislación vigente.

La modelación del uso del agua a través del modelo de optimización TUNIN y de otros modelos introducidos localmente más tarde como el SIMGRO o el SIWARE, en uso en el delta del Nilo en Egipto, permitieron incorporar en el análisis del uso regional del recurso, a la salinidad del suelo y del agua de riego. De esta forma fue posible

simular mediante computadoras, el movimiento y la acumulación de las sales en el perfil y su percolación al acuífero. De resultados de estas técnicas modernas ya se conoce el mecanismo que produce el ascenso y descenso de los niveles freáticos, la relación que éste tiene con la derivación de caudales a la red y también con el incremento de la salinidad del perfil del suelo. El problema a desarrollar en la actualidad y con vistas al siglo próximo es cómo evitarlo, cuánto costará esta operación, y cuánto tendrán que aportar los diferentes sectores que usan el agua para solventar las respectivas inversiones.

Debido a la tarea desarrollada para dinamizar la evolución de la eficiencia del riego, fui incorporado al grupo de trabajo del ICID, International Commission on Irrigation and Drainage con sede en la India, lo que permitió que nuestros conceptos sobre eficiencia del riego tuvieran una mayor difusión internacional.

El uso intensivo del agua de riego en una superficie como así también el mantenimiento de una extensa red de conducción que en Mendoza suma casi 9.000 Km, generan una serie de pérdidas administrativas muy difíciles de reducir en la medida en que la distribución del agua no se realiza por tuberías. Estas pérdidas administrativas se las divide en pérdidas por operación y de manejo. Las primeras están vinculadas a una mala asignación y las segundas están ligadas al manejo personal del tomero en la red.

A los problemas asociados a las pérdidas físicas y administrativas del sistema y sus consecuencias de salinidad y revenición, se ha sumado últimamente otro de gran magnitud, que es la contaminación del agua por la transformación de la comunidad en una sociedad urbano-industrial.

En Mendoza, el fenómeno de la sociedad de oasis ha determinado que el crecimiento de las poblaciones y del sector industrial se haya concentrado alrededor de la red de riego. Este íntimo contacto de la gente con el agua transportada en conductos abiertos, determina que diariamente se vuelquen al sistema de canales toneladas de residuos sólidos, líquidos y cloacales que están disminuyendo no solamente la capacidad productiva del recurso, sino además comprometiendo la calidad de vida, el ambiente y la salud humana. La contaminación del agua es una forma de pérdida del recurso y por ende interviene también en la ecuación de la eficiencia del riego.

A la dificultad de la elaboración de modelos que tengan presente todos los aspectos físicos y administrativos que gobiernan el flujo del agua en el sistema, se ha sumado actualmente el aspecto humano del manejo lo que lleva la solución a situaciones de gran complejidad.

Siendo Superintendente del Departamento de Irrigación y conciente de que si no se resolvía este punto, la expansión de la superficie regadía de la provincia y o la radicación de industrias para incrementar el desarrollo económico se haría casi imposible, decidí concentrar mi apoyo el sector de la administración del agua haciendo hincapié en la participación de los usuarios en la tarea del manejo y operación del recurso.

Si bien el manejo físico del agua es muy importante, el manejo administrativo es el que gobierna las decisiones sobre la asignación. Lamentablemente esto no ha sido evaluado en su justa medida debido a la forma sutil y solapada en que se va incrementando día a día el consumo. Si bien nos sentimos orgullosos de que nuestra ley de aguas

sea la más antigua de Argentina, es por otra parte preocupante que hayan pasado ya 110 años sin una actualización que haya tenido en cuenta los cambios en los hábitos de consumo de la sociedad moderna en la que nos encontramos inmersos.

Por otra parte y con el pasar del tiempo, llegamos a la conclusión de que hay un equilibrio entre la eficiencia del riego y la eficiencia administrativa, no se puede pretender un incremento de la eficiencia física y liberar más recurso al sector productivo con una administración artesanal.

Dentro de esta postura el hombre juega un doble papel muy importante, como consumidor y como administrador del recurso. En base a este concepto, durante mi gestión en el DGI, puse énfasis en dos aspectos que lo comprometen; el primero, en una participación activa de los usuarios en el manejo del agua y el segundo en una administración que permitiera una asignación más eficientemente.

Para llegar a esto en una primera etapa se revitalizó la participación, se reivindicó a los organismos de usuarios y se organizó a las "Inspecciones Unificadas", de manera de generar una organización de gran poder económico que permitiera la transferencia del manejo de maquinaria y la toma de decisiones de inversión en red de riego. La segunda etapa a la que no se pudo acceder completamente, fue la de incorporar en el esquema administrativo a todos los usos del agua y la entrega y cobro volumétrico del recurso. Esta política debería permitir la generación de un flujo de fondos que no solo posibilitara una administración más eficiente, sino también la realización de las inversiones necesarias en la red para modernizar su conducción y evitar el deterioro del recurso.

Con el objeto de incorporar en nuestra administración local del agua elementos más modernos, desarrollamos un ambicioso proyecto de investigación conjunta entre la Universidades de Cuyo y Padua, en Italia (1990), para estudiar la administración del agua e incorporar aspectos de los "Consortios de Bonifica" en nuestros organismos de usuarios. De igual forma y aprovechando un convenio con la Universidad de Texas (1992), estamos estudiando aspectos de la administración realizada por la "Texas Water Commission" para enriquecer nuestra experiencia al respecto.

No satisfechos con esta acción y frente a tiempos cada día más cortos para la obtención de estos parámetros de calidad y cantidad, hemos organizado en esta Facultad de Ciencias Agrarias, los cursos de Post Grado creando la "Maestría en Riego y Drenaje", a iniciarse en el próximo año. Esto permitirá preparar a los futuros administradores del agua y además divulgar técnicas modernas de preservación ambiental y dará la posibilidad de crear un foro de discusión en técnicas relacionadas con el uso del agua y la agricultura.

Esta acción posibilitará analizar las nuevas tendencias en el uso del agua y el suelo, como es la de la agricultura industrial, tal cual se presenta en los países más desarrollados. Nuestro compromiso será el de asegurar el mejor nivel de conocimientos, por medio de intercambios culturales y de profesores de todo el mundo que nos visiten, para dar su versión sobre la solución a los diferentes problemas. Como contraparte, la posibilidad de que nuestros alumnos visiten otros centros internacionales de prestigio de manera de capacitarse y poder servir en nuestro medio.

Por otra parte INCYTH (1993), interpretando esta situación, creó en agosto de este año el programa Nacional de Riego y Drenaje del cual soy su responsable. El objeto de este programa ha sido el de coordinar las tareas de investigación, asistencia, divulgación y apoyo en técnicas de conservación del agua a la región árida de Argentina. Esto contribuirá a que la problemática del gran déficit del recurso sea discutida en todos los foros y de esa forma sea interpretada adecuadamente.

Sin lugar a dudas el INTA también debe estar comprometido en la campaña de promoción de un uso más eficiente del agua, la divulgación tecnológica por si misma no será suficiente para solucionar todos los problemas pendientes. La agricultura como así también los usuarios de agua potable, los empresarios industriales, los legisladores, los políticos etc. tendrán que hacer su aporte. Los gobiernos también deberán hacer los esfuerzos necesarios para actualizar las administraciones y los marcos legales que regulan el uso del agua, caso contrario este aporte terminará siendo inexorablemente parte de un artículo más o menos original en alguna revista de difusión internacional y localmente poco se habrá logrado.

Si bien se ha avanzado mucho en lo que respecta a la toma de conciencia colectiva sobre el consumo y cuidado del agua, falta mucho aún por hacer. Observamos con gran preocupación que cada día hay menos profesionales jóvenes que tengan interés en incorporarse al ejército de técnicos especialistas necesarios para preservar el recurso hídrico. No los culpo, cada día hay menos posibilidades de trabajo remunerado en esta especialidad. La orientación hedonista de nuestra sociedad

no ha calculado la necesidad de tener profesionales bien pagos con conocimientos específicos en manejo de agua o en otros recursos naturales. Espero que cuando colectivamente tomemos conciencia de ello, no sea demasiado tarde y que el precio que haya que pagar por el agua dulce no sea demasiado caro.

Ejemplo de esto lo tenemos ya en el Medio Oriente, de no solucionarse los problemas de asignación de los recursos hídricos entre Jordania, Líbano, Siria, Turquía e Irak, a los que se ha sumado la Palestina e Israel, y últimamente Sudán y Egipto, la guerra en gran escala por el agua será una realidad.

Es probable que a la ecuación actual de la eficiencia del riego se deban incorporar otros elementos que aún no han sido suficientemente evaluados. A la salinidad incorporada por Jensen deberá ser agregada la contaminación, en la medida que no podamos controlarla y la presencia del hombre inhábil y no participativo, en la medida que no lo eduquemos. Si no solucionamos a tiempo estos problemas, los costos de mantenimiento de esa calidad serán enormes y los volúmenes a disposición del hombre cada vez más reducidos. En estas condiciones el futuro de la región estará ciertamente en peligro.

Conclusiones:

Como ha quedado aclarado a la simple relación de láminas que definiera la eficiencia del riego y que fuera nuestra preocupación inicial por la década de los sesenta en la búsqueda de un uso

racional del agua, se han sumado gran cantidad de variables que hacen muy compleja su evaluación. A una relación de elementos físicos se le han agregado otros elementos de tipo administrativos, sociales, industriales, etc., lo que complica la ecuación de eficiencia y los resultados de sustentabilidad del recurso.

De todos modos queda claro que la definición de las soluciones está fuertemente condicionada a la participación activa de los diferentes actores del sistema hídrico. No se podrán obtener pautas de calidad y de sostenibilidad en el futuro, si no se comprometen activamente políticas de apoyo a la educación en las técnicas modernas del manejo y administración de los recursos hídricos.

Se tendrá que poner énfasis en la generación de políticas de gobierno provincial que tomen como eje de su programa, la conservación del agua por la tremenda influencia que esto puede llegar a tener en la articulación del desarrollo provincial. Esta acción no podrá ser, a partir de ahora, aislada tendrá que ser un todo con la interpretación de los diferentes requerimientos en asignación del agua de la sociedad moderna.

Será recomendable que si se acepta este marco global de administración del recurso, se desarrolle simultáneamente una agencia de administración del agua, suficientemente fuerte, que pueda hacer realidad todas estas pautas de política hídrica provincial, caso contrario el crecimiento ordenado, prolijo y sustentable de la región estará seriamente comprometido. Hoy estamos todavía a tiempo, mañana tendremos sed.

Muchas gracias