

MITIGACION DEL IMPACTO DE LA SEQUÍA EN LA AGRICULTURA

I. Velasco Velasco¹

Resumen

Frecuentemente, los aspectos de planeación hidráulica de mediano y largo plazo en una cuenca hidrológica se hacen bajo los supuestos de disponibilidad media del agua y con una tasa constante de variación en la demanda. No obstante, esas condiciones en general no ocurren y cuando se presentan situaciones temporales que difieren significativamente del promedio, como son las épocas de acentuados excesos y déficit, el planeado difiere sensiblemente de la realidad. Al no estar contemplado explícitamente, ocasiona imprevistos cuya atención puede tener un alto costo social, económico, político, ecológico y ambiental, y no siempre hay suficiente capacidad de respuesta para afrontar con éxito y con el mínimo los impactos negativos.

Entre las anomalías naturales que ocurren en referencia con el agua resalta la sequía, quizá el fenómeno más dramático por su potencial daño, y que en los países latinoamericanos, por su nivel de desarrollo, representa una seria amenaza. La vulnerabilidad de la población y de los sistemas productivos y de uso del agua, así como la recurrencia y persistencia del fenómeno, propician severos daños cuya recuperación en tiempo y costo no siempre es factible.

Desde esta perspectiva, la detección y evaluación de la sequía son factores determinantes para generar estrategias y acciones de prevención que permitan amortiguar los efectos. La actual tendencia hacia un enfoque sistemático e integral en la administración del recurso agua en el ámbito de cuenca, y la consideración de la sequía como fenómeno enteramente natural inevitable, aún poco predecible, de amplio espectro y alcance, y de efectos incipientes hasta catastróficos, permiten mejorar las expectativas de manejo y formular lineamientos de atención a la emergencia por su escasez temporal. Entre otros beneficios, con ello se disminuye la desertificación y el deterioro permanente del entorno físico, y con la adecuada participación institucional y social, se promueve la valoración del agua y se mejora la conciencia de su conservación.

Bajo estas premisas, se sientan y fortalecen las bases para una mejor planeación que permita afrontar el riesgo y no soportar la crisis, aspecto más determinante en la medida en que las fuentes alternas viables de suministro de agua son más limitadas y de elevado costo.

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Coordinación de Tecnología Hidrológica. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Colonia Progreso. Jiutepec, Mor. México. 62550. ivelasco@tlaloc.imta.mx www.imta.mx

Introducción

En las regiones de escasa y limitada disponibilidad de agua la agricultura necesariamente requiere del riego, y este uso es el que demanda y consume mayores volúmenes. La presión que se ejerce por la asignación y apropiación del recurso es cada vez mayor, debido a la globalización de la actividad y a la creciente demanda de productos agrícolas. Las zonas de riego son polos de desarrollo, pero están sujetos a la disponibilidad de agua, y por ello se vuelven muy vulnerables ante las variaciones temporales del recurso.

Frecuentemente, en condiciones de ausencia de escasez de agua, el desarrollo agrícola es espectacular, pero debido a fenómenos como *El Niño*, la actividad solar, el aumento de CO₂, etc., la variabilidad climática tiende a ser cada vez más acusada, lo que repercute en polarizar los periodos lluviosos y secos, con su consecuente efecto desestabilizador en las actividades humanas. Esto es más riesgoso y dramático si la escasez se prolonga y se vuelve más intensa.

Ambientalmente, la sequía es uno de los factores detonantes de la desertificación, fenómeno prácticamente irreversible que afecta a las actividades humanas y a los ecosistemas. En perspectiva, la recuperación es lenta y costosa, y a veces imposible.

Así, la *gestión* agrícola en condiciones de escasez de agua, se sustenta en los principios de que la demanda debe adaptarse a la oferta, mejorar la planeación a mediano y largo plazo, y dar al sector ecológico más peso en la prioridad, pues implica la estabilidad, conservación y desarrollo del entorno en el que habita el hombre. La gestión debe complementarse con la *governabilidad*, entendida ésta como la capacidad social para identificar problemas y retos, diseñar las soluciones adecuadas e implantar la institucionalidad para, de manera eficiente, responder y superar dichos problemas y retos.

Ante lo inevitable de la sequía, la mejor opción para afrontarla es la prevención, a través de medidas estratégicas, tácticas y de emergencia, concretadas en un plan de participación institucional y social. La planeación vía políticas óptimas de operación de las fuentes de abastecimiento, permite mitigar la variación temporal en la disponibilidad natural del agua. En complemento, la definición y ejercicio de los roles a cumplir por los diversos sectores y usuarios en la conservación del recurso, son la clave para superar el embate de este fenómeno de amplio espectro.

Sequía, agricultura y medio ambiente

La vulnerabilidad a la sequía está en relación inversa al nivel de desarrollo social y económico de las áreas afectadas, aunque existen áreas más vulnerables a la sequía, definidas por su situación geográfica, caracterizadas también por la densidad demográfica y la intensidad de la actividad económica basada en el agua (Postel, 1991).

La sequía es una característica natural del clima, y ocurre virtualmente en todas las zonas climáticas. Aún cuando puede durar varios años, en general es una alteración natural temporal, diferente de la aridez; es un riesgo de la naturaleza, originada básicamente por una deficiente precipitación en períodos prolongados, y que puede tener severos impactos negativos al afectar los sectores productivos y económicos (Hardy, 1995); va más allá de ser un simple fenómeno físico, ya que altera dramáticamente el desarrollo de la población y de las actividades económicas, así como al ambiente natural (Biswas, 1996).

Comparado con otros fenómenos naturales, el impacto de las sequías es generalmente *no-estructural*; los impactos directos incluyen el daño a los cultivos y a las actividades que dependen de los suministros de agua; los indirectos se reflejan en la carestía y altos precios de los alimentos y en los elevados costos de transportación (Velasco, 2002).

Los impactos de la sequía se producen cuando la demanda supera a la oferta, y se amplía por el mayor crecimiento de la población y de sus necesidades de consumo respecto a la capacidad de satisfacerlos; con ello crece la vulnerabilidad y la incidencia del impacto (Wilhite, 1991).

Elementos físicos y estructurales para la gestión agrícola de riego

El primer y más importante elemento natural que define la presencia de la sequía es la lluvia. Su caracterización a través de diversos métodos permite evaluar si las condiciones en un lugar y periodo dados son anómalos respecto a las condiciones normales.

Uno de las más recientes y eficientes técnicas es el SPI (Standardized Precipitation Index, McKee *et al.*, 1993; Edwards and McKee, 1997), con el que se aprecia la “eficiencia” de la lluvia basándose en la frecuencia y probabilidad históricas de ocurrencia, y obtener un índice adimensional para determinada escala de tiempo. La Figura 1 muestra un resultado de este tipo, calculado para una estación meteorológica en México donde la lluvia anual es de menos de 300 mm, una típica región semi árida. Con estos resultados puntuales, es posible apreciar los periodos en los que la lluvia ha sido abundante o escasa, y de ello las consecuencias apropiadas.

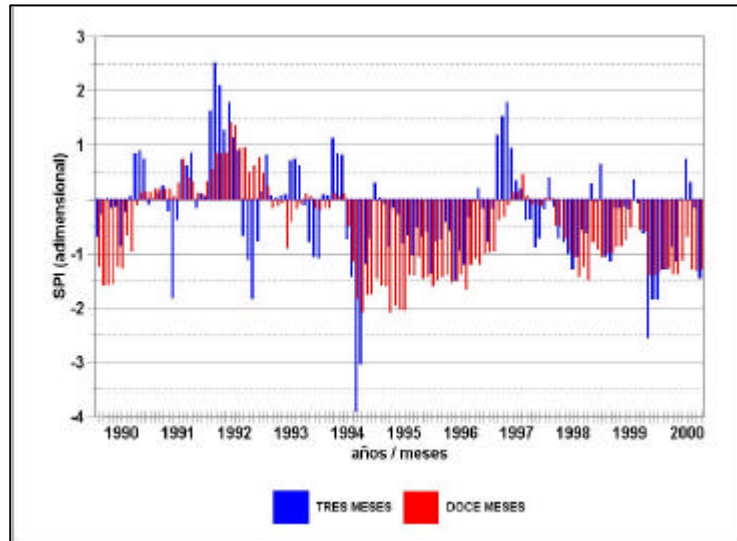


Figura 1.- SPI adimensional para la estación meteorológica Ojinaga, México (29° 56'N, 104° 42'W), para el periodo enero de 1990 a diciembre de 2000, y a dos escalas temporales: anual y estacional (tres meses) (Velasco, 2002).

Aún cuando es situaciones de estrés, disponer de agua subterránea significa un valioso alivio, los acuíferos son una fuente usualmente no renovable a corto plazo, y su uso masivo conduce a situaciones de mayor riesgo. Con frecuencia, aunque momentáneamente esta agua es la solución al problema, el uso de las aguas subterráneas sin la suficiente planeación conduce a agravar los problemas de disponibilidad.

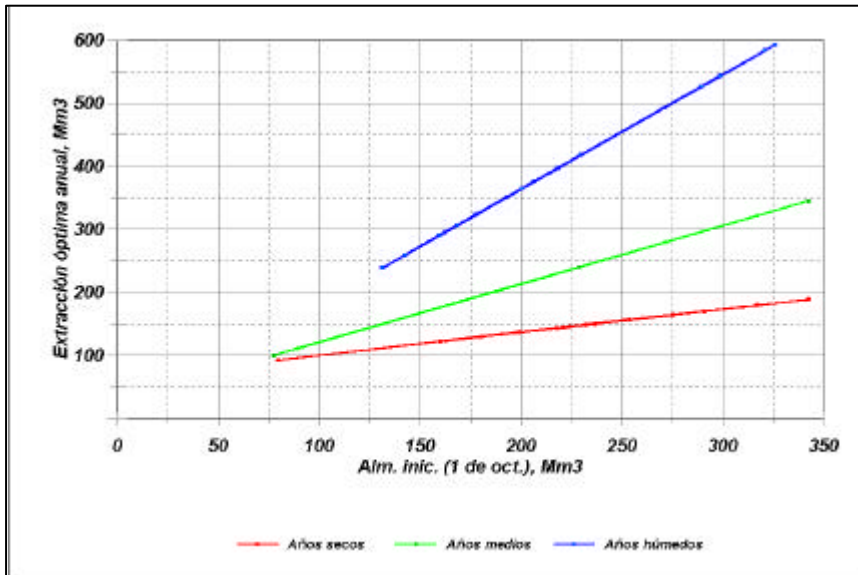


Figura 2.- Política de operación de la presa Francisco I. Madero (México, Distrito de Riego de Delicias, Chihuahua), obtenida mediante programación lineal y con enfoque de pronóstico anual (Velasco, 2002).

Para que los embalses cumplan su función reguladora y evitar los bruscos vaivenes que de otra forma se presentan en el llenado-vaciado de las presas, deben generarse y aplicarse políticas de operación adecuadas, con horizontes mayores a un año, y ajustar la demanda a la oferta disponible. La Figura 2 muestra la política de operación óptima para un embalse con fines de riego, obtenida por medio de programación lineal y con el enfoque de pronóstico para el ciclo agrícola siguiente, según la expectativa de comportamiento hidrológico (Velasco, 2002).

En las zonas áridas y semi áridas es común encontrar el

uso combinado de las aguas subterráneas y superficiales, y la conveniencia de planear una operación óptima conjunta surge *per se*: el agua subterránea debe ser complemento de la superficial, ya que ésta es de más frecuente reposición y mayor variabilidad.

Analizar la factibilidad técnica, social, económica y ambiental de fuentes alternas de agua en épocas de escasez, para suplir el déficit temporal que se presente en una región, es también un aspecto obligado a considerar como parte de la gestión y mitigación de la falta de agua.

Principios en la atención de la sequía y la distribución del déficit hídrico

La tarea de asignar volúmenes de agua a los diversos sectores de uso no es una tarea fácil en condiciones normales de disponibilidad, y esta complejidad aumenta considerablemente si existe escasez. La política hidráulica, como tradicionalmente se ha entendido, trata de responder al problema de la escasez de agua en general, y particularmente en condiciones de escasez, con intentos de incrementar la disponibilidad del recurso para responder a la demanda. No obstante, el concepto resulta confuso, ya que usualmente sólo se asocia al proceso de incrementar la oferta de agua. En vez de esto, cada vez adquiere mayor significado y dimensión el concepto “política de gestión de aguas” (Sumpsi *et al.*, 1998), o bien “gestión integral de manejo del agua” (Martínez, 2001), entendidos ambos como aquellas actuaciones y medidas que tienen por objeto corregir los desequilibrios entre la oferta y la demanda de los recursos hídricos, tanto en los aspectos cuantitativos como cualitativos.

Aunque aplicable a la escasez crónica y progresiva del agua, los siguientes principios fundamentales para una gestión moderna del agua son los siguientes (Martínez, 2001; Dourojeanni *et al.*, 2002):

- * tener una visión global e integrada del recurso
- C clarificar las responsabilidades
- C organizar adecuadamente a escala de las grandes cuencas hidrográficas y de los acuíferos
- C participación directa y activa de las diferentes administraciones y colectividades territoriales, a través de consejos y parlamentos del agua
- C luchar contra el despilfarro y prevenir la contaminación permanente o accidental
- C aplicar el principio “usuario contaminador - usuario pagador”
- C crear nuevas capacidades de formación de recursos humanos
- C mejorar el conocimiento sobre el problema.

Las tensiones y conflictos inherentes a la falta temporal de agua son inevitables. Por ello, el proceso de distribución del déficit hídrico es en general arduo y complicado, pues dadas las características de escasez, no es posible suministrar a todos los sectores toda el agua que requieren. Es necesario un persuasivo procedimiento, en el que los responsables institucionales y sectoriales del manejo del recurso actúen con toda cautela y con espíritu conciliador.

Dados los diversos niveles de administración, uso y planeación del agua, en consecuencia también debe haber varios niveles de asignación de volúmenes y déficit. El reparto sectorial del agua en una cuenca es tarea de la administración institucional que aplica criterios de carácter básicamente político; entre grupos de usuarios de un mismo sector, un eficiente mecanismo de asignación puede ser el mercado del agua. Razonablemente, la asignación del déficit debiera contemplar un periodo no mayor a un año, bajo el supuesto de que la insuficiencia es temporal, aunque simultáneamente debe tomar las previsiones de que la escasez se prolongue por varios periodos anuales consecutivos.

Desde luego, la prioridad sectorial debe mantenerse actualizada, y en ello debe considerarse la tendencia del desarrollo demográfico con sus respectivos aumentos en la demanda para usos urbanos municipales y doméstico en general, sector que tiene la máxima prioridad. Para este uso, sí debe preverse que se disponga de volúmenes mínimos en los periodos subsecuentes, protegerlos y preservarlos para tal fin.

La planeación hidráulica de largo plazo, como es sabido, usualmente contempla horizontes de 10, 20 o más años, y está basada en tendencias en el consumo, usualmente crecientes, mientras que la disponibilidad en el mejor de los casos se mantiene y cada vez con mayor frecuencia, muestra una tendencia a disminuir ligeramente o a tener más

variación, debido a los cambios naturales y a la influencia del hombre (Velasco y Collado, 1998; Martínez, 2001). La realidad de este hecho es que no se contemplan con detalle los casos extremos, inundaciones y sequías, y cuando se presentan, por ende no se dispone de lineamientos, reglamentos o normas sobre las cuales basar la actuación de autoridades o usuarios, o bien son insuficientes; no obstante, debe considerarse que estos eventos naturales no son raros y su persistencia constituye serios obstáculos que afectan sensiblemente a los planes basados en promedios y tendencias. Aún hecha con las mejores herramientas e información, tiene un mayor grado de incertidumbre, porque los cambios esperados o previsibles pueden ser más drásticos, con lo que se alteran las expectativas; por esto sería más conveniente hacer planes de mediano plazo, por ejemplo a cinco años (Sumpsi *et al.*, 1998; Krinner, 1994), de manera tal que al fin de este periodo se hagan revisiones y actualizaciones más acordes con la realidad.

Desde esta óptica, el nivel de gestión y administración del recurso con responsabilidad institucional es una *administración burocrática*, para lo cual deberá considerarse el entorno económico-social-ambiental de la cuenca o región. Esto implica conocer a detalle las demandas sectoriales, la vulnerabilidad de cada sector, la elasticidad de esa demanda, y las posibilidades alternas de que cada sector pueda sostener o superar el estado de insuficiencia de agua sin que los impactos negativos sean de severa crisis.

En el proceso de definir y enjuiciar una política de gestión del agua, algunos de los criterios básicos a tener presentes son (Sumpsi *et al.*, 1998):

- C *flexibilidad*: capacidad de la política de gestión para modificar el uso del agua con arreglo a los cambios climáticos, demográficos y económicos
- C *seguridad de tenencia entre los titulares de derechos de uso*: cuanto mayor la solidez jurídica en el ejercicio y disfrute del derecho mayor será el cuidado con que se mantiene el equipamiento de su titular para almacenar, distribuir o aplicar el agua
- C *repercusión a los titulares de derechos de tarifas iguales*, o al menos parecidas, al costo real de oportunidad del agua; esto induce a los usuarios a emplear el agua con mayor eficiencia al tener en cuenta su costo social
- C *predictibilidad en los resultados de la política de gestión*: si una política es funcional, con resultados previsibles y cercanos a lo esperado, es conveniente mantenerla, aunque haya aparentes signos de obsolescencia
- C *percepción de equidad*: la aceptación de una política de gestión está en razón directa a la percepción en términos de la justeza económica que sobre ella tengan los diversos agentes participantes
- C *capacidad de reflejar los valores sociales o públicos*: los que cada sociedad o comunidad construye en torno a sus recursos hídricos, y que el ignorarlos o deformarlos puede provocar un rechazo a la política de gestión que se desee implantar

Los usos no domésticos tendrán una prioridad acorde a su importancia relativa, en la que se reflejarán las condiciones socio-económicas, el impacto de corto, mediano y largo plazos, el daño ambiental y la fragilidad de los ecosistemas, y las posibilidades de resistir y superar la emergencia por falta de agua. En particular, debe tenerse presente que la sequía en muchos casos ocasiona la movilización de la población en busca de condiciones que les permita sostener o mejorar su nivel de vida. Frecuentemente, en México estos cambios se hacen hacia las grandes ciudades o hacia las fronteras con USA, lo cual no implica la solución del problema, sino su traslado hacia otros lugares, y en muchos casos con otros inconvenientes adicionales.

Por estas razones, un objetivo adicional de la asignación, no siempre visto como tal o en toda su dimensión, debería ser propiciar que la población permanezca arraigada en su lugar de origen. Ello implica la necesidad de que el déficit sectorial sea tal que el agua disponible y asignada tenga la productividad mínima que permita mantener el empleo y la actividad económica de tal suerte que el agua tenga el valor social y económico para este fin. En este proceso, además del carácter eminentemente técnico, también debe contemplarse al *carácter social* que el agua adquiere en estos casos, y que se reflejan en lograr la equidad, justicia social y eficiencia, vista ésta última como el conjunto de indicadores del buen uso del recurso (Collado, 1998).

En la asignación debe tenerse presente la opinión y participación de las diversas dependencias, federales y estatales, y conciliar los intereses para encontrar el punto de equilibrio entre ellos, especialmente cuando la cuenca es compleja y existen múltiples usuarios ampliamente distribuidos espacialmente; más todavía, este aspecto adquiere especial importancia cuando la cuenca es o forma parte de un complejo fisiográfico internacional, como lo es la cuenca de los ríos Bravo y Colorado, que están sujetos a tratados internacionales.

De esta manera, en cierta forma definir la distribución del déficit se convierte en una negociación entre la oferta y la demanda al nivel de fuentes de abastecimiento, de disponibilidad total, y lo que se busca es un punto de equilibrio en el que se minimicen los daños y se obtenga el máximo beneficio económico, técnico, ambiental y social del agua.

Cuando hay problemas de escasez, lo usual es que sea el sector agrícola el que primero sufre las consecuencias; es el primer sector al que se recorta la asignación. Esto lleva a restricciones que se traducen en disminución de superficies, de láminas o de ambos, a cambios de cultivos por los que requieran menor cantidad de agua o de menor ciclo vegetativo, los que tengan mayor valor comercial, o los que tengan más beneficio social, como la generación de empleos directos e indirectos. El Comité Hidráulico de cada distrito de riego, como máximo órgano de gestión del sistema debe acatar la proporción de déficit que haya resultado de este balance y con ello proceder a sus programas de uso del agua.

De manera semejante, los demás sectores también tendrán una reducción en sus asignaciones de volúmenes, absorbiendo una parte del déficit, que deberá estar de acuerdo a su vulnerabilidad, a la elasticidad en su demanda y a las opciones o alternativas que tenga para cumplir con sus metas.

Como es frecuente, el sector ambiental es probablemente y casi en la mayoría de los casos, el que resulta más afectado, ya que según aumente la gravedad de la insuficiencia, puede llegar a tener asignación nula y absorber el máximo déficit, antes que los demás sectores. Esto es comprensible pero no necesariamente aceptable, pues preservar las condiciones naturales de flora y fauna tiene su importancia en términos ecológicos y paisajísticos. Si estos factores se alteran más allá de cierto nivel, se corre el riesgo de la desaparición de especies y de cambios drásticos e irreversibles en el entorno natural. Para ello, la observancia y aplicación de las leyes vigentes será de especial importancia, y en ello los grupos ecológicos y las asociaciones no gubernamentales deben jugar un papel preponderante y hacer valer el derecho que asiste al sector ambiental como medio y sostén de todo el entorno.

Así, esta primera parte del proceso de distribución del déficit involucra la participación de instituciones y representantes sectoriales de primer nivel. Por tanto, la asignación de volúmenes se hace *en bloque*, es decir, en cantidades volumétricas tales que su distribución en el tiempo, de las fuentes de abastecimiento, esté plasmada en un programa de extracciones, tanto mejor en cuanto sean cantidades óptimas, y así se tendrá una política de operación del embalse o acuífero o ambos, según sea el caso.

Esto es especialmente importante de tener presente, si, como indican ciertos estudios y autores (Martínez, 2001, por ejemplo), las evidencias en las tendencias hidrológicas y ambientales más actuales, revelan que en un futuro cercano, México podría enfrentar un estrés hídrico muy alto en las cuencas de los ríos Colorado, Bravo y Lerma-Balsas, así como en la Península de Baja California, el Valle de México y en la Región Lagunera; tan alarmante es este pronóstico que se estima que las condiciones podrían ser semejantes a las imperantes últimamente en el norte de África y en el Medio Oriente. El estrés hídrico se estima como la relación entre las extracciones y la capacidad total de las fuentes renovables en una cuenca determinada, y es muy alto si se usa el 80% de los recursos disponibles, lo cual aumenta significativamente la vulnerabilidad del área y pone en serio riesgo de colapso la infraestructura física y la estabilidad social y económica (Wilhite, 1993)

Aún cuando es un hecho que en situaciones de estrés, disponer de agua subterránea significa un valioso alivio -“el agua subterránea continúa siendo la más efectiva respuesta unitaria contra la sequía” (Sumpsi *et al.*, 1998)-, no debe olvidarse que los acuíferos son una fuente no renovable a corto plazo, y que su uso masivo conduce inexorablemente a situaciones de mayor riesgo. Con frecuencia, aunque momentáneamente esta agua es la solución al problema, una realidad dolorosamente triste a un futuro inmediato o medio, es que usar las aguas subterráneas sin la suficiente planeación sólo conduce a agravar los problemas de disponibilidad, tanto por cantidad como por costo y calidad. (Moore *et al.*, 1995). Las técnicas de recarga artificial, aunque bien estudiadas y perfectamente viables, en general se vuelven tan lejanas y poco factibles, y los acuíferos están sufriendo un progresivo deterioro al que no se avizoran remedios prácticos que les devuelvan sus características de origen, y quizá estén condenados a su degradación total.

La segunda parte en el proceso de asignación de volúmenes disponibles corresponde a cada uso o sector, hacia sus propios usuarios. Probablemente esta es la parte más conflictiva y difícil, ya que es en la que se asigna a cada usuario, qué parte de la demanda regular dejará de suministrarse, y en consecuencia los efectos que ello tendrá en la economía directa de los usuarios.

En esto cada vez adquiere mayor certeza el principio de considerar al agua como un bien económico, lo que exige poder evaluar la demanda económica para los distintos usos: no se debe continuar realizando estimaciones de las necesidades futuras de agua sobre la base de determinados escenarios de crecimiento, sin tener en cuenta el valor económico del agua en los distintos sectores (Sumpsi *et al.*, 1998). Por desgracia, la atribución de un valor monetario al agua es un tópico muy complejo, ya que dicho valor depende de las características y situación del recurso: volumen, calidad, potencial energético, posibilidades de control y regulación, etc., que son elementos que varían en tiempo y espacio.

La gestión de los sistemas de uso del agua está evolucionando rápidamente, y la participación directa y activa de los propios usuarios le está confiriendo al agua características de bien social que antes no eran comunes: su valor económico y de mercado, las opciones de transferirla y utilizarla en los usos que se consideren más eficientes o utilitarios, y todas las demás variantes que están tomando auge para conferir el verdadero costo de oportunidad que adquiere mayor valor en la medida en que es más escaso; de esta forma, mientras más restricciones y más déficit existe, el valor del agua se incrementa. A su vez, esto propicia que la gestión mejore y evolucionen las formas y criterios de uso y manejo, incluidas las opciones de mejora tecnológica.

En otras palabras, ante una condición de insuficiencia, si no se hacen cambios profundos en la gestión del agua, la viabilidad de desarrollo sustentable estará seriamente comprometida. Tanto para lograr una visión global del agua, como a nivel regional o de cuenca hidrológica y, por supuesto también a nivel sectorial, son necesarias cinco condiciones mínimas y básicas por cumplir (Martínez, 2001):

- * involucrar a todos los actores interesados en la toma de decisiones
- C avanzar hacia el pago del costo total de los servicios
- C incrementar el gasto en ciencia e innovación para el agua
- C cooperación en cuencas internacionales o compartidas
- C incremento masivo de la inversión en agua.

Estos principios deben conducir hacia el *pensamiento sistémico*, en el que la gestión integral del agua no sólo se entienda como el aprovechamiento del recurso, sino que considere los demás factores que inciden en el proceso, como son los ambientales, sociales, legales, de medio ambiente, etc., y aún más importante, que se produzca el cambio de la aceptación teórica a la adopción en la práctica: la gobernabilidad.

Una de las estrategias más viables, quizá la más efectiva para inducir la conservación del agua, es la actualización periódica tarifaria a niveles de valor real, y en complemento con esto, la dotación a los usuarios finales mediante un esquema de volumen por año. La facturación del agua por volumen consumido tiende a reflejar no sólo el costo real del agua por suministro, sino también los adicionales como el costo de depuración de los efluentes, y el resultado es que el ahorro del agua se traduce en una reducción de los costos. Dicho en otros términos, la escasez ha sido el principal motor del desarrollo de técnicas ahorradoras.

La actual tendencia a cobrar el servicio de riego en forma volumétrica es probablemente la mejor opción, y cuando a todos los usuarios del mismo sector se aplica la misma dotación, entonces todos pagarán la misma cantidad por el mismo volumen; lo limitado de éste es lo que los impulsa a hacer un mejor uso para obtener el mayor beneficio, y ello se traduce en la mejora tecnológica y/o en las opciones económicas de mercado. La eficiencia dependerá, por tanto, del nivel tecnológico del usuario. Cuando sobre esta base de dotación si los volúmenes son tan bajos que resulten poco atractivos para individualmente usarlos en el riego, por ejemplo, es cuando, por el alto valor que adquiere el agua, surge y toma auge la economía del agua (Sumpsi *et al.*, 1998).

En los lugares donde funcionan o es factible que funcione el mercado de aguas, el sector agrícola es el usuario mayoritario; las cantidades demandadas por otros sectores son sólo una fracción del sector agrícola, y por ende las transacciones tienen un costo relativamente bajo para ambos actores, vendedor y comprador.

La inseguridad en la lluvia y por ende en la garantía de suministro de volúmenes que satisfagan la demanda del uso agrícola principalmente y de los demás sectores en general, y las grandes variaciones físicas, demográficas, estructurales y socio-económicas de las diversas regiones y cuencas, hacen imposible formular un plan general de gestión de los recursos que contemple todos los casos. Por ello se dice que un plan para enfrentar la sequía es como un traje a la medida, y más aún puede agregarse que debe ser un traje a la medida y para cada ocasión. Por ello, el

plan debe ser lo suficientemente flexible para que sea adaptable a las diversas situaciones que progresivamente se pueden presentar en una misma cuenca o región. De otra forma, el riesgo latente se vuelve más real de que nuestras cuencas, nuestros países y nuestro planeta se conviertan en el *Último Oasis* (Postel, 1992)

Conclusiones

La gestión integral en el manejo del agua hace que las fluctuaciones naturales de su disponibilidad tengan menos efectos en las actividades humanas y en el bienestar social. Complementada con la gobernabilidad, sólo esta conjunción armónica de procesos es capaz de mitigar los efectos nocivos del fenómeno, con estrategias *a priori*, expresadas en instrumentos de planeación.

La agricultura, como actividad primaria del hombre, es una de las más afectadas cuando la sequía se presenta, y puede ocasionar cuantiosas pérdidas no sólo económicas y materiales, sino también de orden social y ambiental. Además, el daño ambiental se prolonga en los procesos de desertificación, con severas repercusiones y pérdidas irreversibles en la riqueza biológica. La sequía no se puede evitar, pero sí es posible mitigar sus efectos nocivos si se hace una adecuada gestión integral del recurso. Mejorar la tecnología para un mejor uso del agua es importante, pero es insuficiente si no se tiene conciencia de su valor real; éstos son puntos obligados para que la agricultura sea sustentable.

Referencias

- Biswas. A. K. 1996. **Agua para el mundo en desarrollo en el siglo XXI: temas e implicaciones**. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. 1, Núm. 3. p. 5-11.
- Collado, J. 1998. **Uso eficiente del agua en cuencas**. *Ingeniería Hidráulica en México*, XIII(1):27-49, enero-abril.
- Dourojeanni, A., A. Jouravlev, y G. Chávez. 2002. **Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica**. ONU-CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, septiembre de 2002. pp. 83.
- Hardu, T. B. 1995. **Assesing Environmental Effects of Severe Sustained Drought**. *Water Resources Bulletin*, AWRA 31(5):867-875
- Krinner, Wolfgang. 1995. **Influencia de los aspectos de organización y gestión en la eficiencia de los sistemas de riego**. CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid, España. pp. 251.
- Edwards, D. C., and T. B. McKee. 1997. **Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multiple Time Scales**. Climatology Report No. 97.2. CSU, Dept. of Atmospheric Science. Paper No. 634. 155 pp.
- McKee, T., N. Doesken, and J. Kleist. 1993. **Drought Monitoring with Multiple Time Sales**. American Meteorological Society, 9th Conference on Applied Climatology. pp. 233-236.
- Martínez, P. 2001. **Paradigmas emergentes para el manejo del agua en el siglo XXI** *Ingeniería Hidráulica en México*, Conferencia Enzo Levi. Vol XVI, número 4, II Época. octubre-diciembre de 2001. pp. 127-143.
- Moore, J., A. Zaporozec, and J. Mercer. 1995. **Groundwater - A Primer**. AGI Environmental Awareness Series: 1. American Geological Institute, Alejandria, VA. USA. pp.53.
- Postel, Sandra. 1991. **Administración del agua en épocas de escasez**. IMTA. Colección Universo del Agua.. Serie Agua y Ecología. Traducción de Virginia Ugalde. Jiutepec, Mor. Mexico. 71 pp.
- Postel, Sandra. 1992. **Last Oasis**. The Worldwatch Environment Alert Series. W. W. Norton Company. New York, USA.
- Sumpsi, J. M., A. Garrido, M. Blanco, C. Varela, y E. Iglesias. 1998. **Economía y política de gestión del agua en la agricultura**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, pp. 351.
- Velasco, Israel, y Jaime Collado. 1998. **Elementos de planeación para afrontar sequías**. XV congreso Nacional de Hidráulica. Oaxaca, Oax. México.
- Velasco, Israel. 2002. **Plan de preparación para afrontar sequías en un distrito de riego**. Tesis doctoral. UNAM-División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. México, pp. 193.
- Wilhite, D. A. 1991. **Drought Planning: a Process for State Government**. *Water Resources Bulletin*, AWRA27(1):29-38.
- Wilhite, Donald A. 1993. **Preparing for Drought: a Guidebook for Developing Countries**. EarthWatch Climate Unit. UNEP. Lincoln, NE., USA. pp 78.