



Artículo: COMEII-17006

III CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2017

Puebla, Pue., del 28 al 30 de noviembre de 2017

LA CONSERVACIÓN DE CANALES Y DRENES EN DISTRITOS DE RIEGO

Ramón J. Lomeli Villanueva^{1*}; Nazario Alvarez González²

¹Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos., CP. 62550, México.

Correo electrónico: lomeli@tlaloc.imta.mx – Teléfono: 01 (777) 3293657 (*Autor de correspondencia)

²Gerencia de Distritos de Riego. Comisión Nacional del Agua. Av. Insurgentes Sur, núm. 2416, Piso 6. C.P. 04340, Colonia Copilco el Bajo.

Resumen

México cuenta con una superficie territorial estimada de dos millones de kilómetros cuadrados, de los cuales se considera que 64% corresponde a zonas montañosas, el restante 36% corresponde a planicies, de las cuales 66% es desierto y tan solo 34% es considerado como laborable para la agricultura. La superficie con infraestructura hidroagrícola de los 86 Distritos de Riego es de 3.5 millones de ha para beneficio de 0.5 millones de usuarios, las áreas de riego aportan la tercera parte de la producción nacional de alimentos y representan cerca del 60% de valor de la producción nacional. En el año agrícola 2014-2015, con una superficie cosechada de 2.95 millones de ha, se obtuvo una la producción de 124,160 millones de pesos. Los principales problemas que enfrentan para su mantenimiento son la presencia de maleza terrestre y acuática, así como la acumulación de azolve en las redes de distribución y drenaje. Para enfrentar dicha problemática al menor costo los Distritos de Riego, han llevado a cabo un programa de modernización de maquinaria y equipo obsoletos, por máquinas que realizan de manera eficiente y económica el mantenimiento de la infraestructura. El presente trabajo presenta la problemática y un análisis y los resultados obtenidos con esta experiencia exitosa

Palabras clave adicionales: Mantenimiento, distritos de riego, maleza terrestre, maleza acuática, azolve



Introducción

En los Distritos de Riego, el año agrícola 2014-2015, con una superficie cosechada de 2'951 155 ha se obtuvo un valor de la producción de 114,160.79 millones de pesos (Conagua 2015).

La infraestructura hidroagrícola de los 86 Distritos de Riego que existen en México tiene las siguientes características (Conagua 2016):

- 172 grandes presas de almacenamiento
- 394 presas de derivación
- 14,490 pozos
- 266 plantas de bombeo
- 12,643 km de canales principales y 35,517 km de secundarios
- 9,565 km de drenes colectores y 21,599 km de drenes secundarios
- 70,156 km de caminos, 53% son de terracería, 41 % están revestidos y el resto están pavimentados

La Conagua, clasifica los canales y los drenes en cinco tipos a los que denomina A, B, C, D y E, según sus características geométricas. Las características y los porcentajes se presentan en la Tabla 1 (Conagua 1992).

Tabla 1. Características y porcentajes de canales y drenes de los Distritos de Riego

Tipo	Plantilla m	Tirante m	Canales %	Drenes %
A	Más de 10	Más de 3.0	3.2	5.8
B	Entre 8 y 10	Entre 2.5 y 3.0	1.4	8.0
E	Menos de 2	Menos de 1.2	76.2	40.4
D	Entre 2 y 4	Entre 1.3 y 1.7	13.8	28.9
C	Entre 4 y 6	Entre 1.8 y 2.4	5.4	16.9

Se observa que la mayor parte de los canales y los drenes tienen menos de cuatro metros de plantilla y tirantes menores a 1.30 m. por lo cual, es conveniente definir cuidadosamente el tipo de maquinaria que debe utilizarse para evitar que los trabajos resulten costosos, lentos, de mala calidad y que se dañe la infraestructura.

El crecimiento de las áreas de producción agrícola bajo riego es cada día más difícil y con un mayor costo, lo cual obliga a buscar alternativas que coadyuven a lograr el crecimiento de la producción a base de un mejor aprovechamiento de los factores de la producción y de los recursos naturales, pero sobre todo, adquiere una gran importancia el conservar y mantener en condiciones óptimas la infraestructura productiva de riego y de drenaje de los Distritos de Riego, razón por lo cual llevar a



cabo estas actividades resulta prioritaria para evitar la realización posterior de programas de rehabilitación y de trabajos diferidos.

Materiales y métodos

El uso intensivo de la infraestructura, las condiciones meteorológicas y el hecho de que más de la mitad de los canales no están revestidos, propician su deterioro constante, por lo tanto, su estado físico, es fundamental para que los Distritos de Riego puedan cumplir con las funciones productivas que dieron lugar a su construcción.

Para mantener en condiciones de operación la mayor parte de las redes de canales, drenes y caminos, se necesita maquinaria de muy diversos tipos para que realice de manera económica y rápida su conservación y mantenimiento.

Hasta los años noventa, para realizar los trabajos de conservación en los Distritos de Riego se contaba con maquinaria pesada, cuyo diseño es más propio para la construcción que para la conservación de la infraestructura; con lo que los trabajos resultaban costosos y en algunos casos se deterioraba de la sección hidráulica de los cauces, en la figura 1 puede observarse la distribución de la maquinaria del año 1992 (Conagua 1992). Prevalcían las dragas y los tractores sobre orugas, empezaban a utilizarse las excavadoras y las retroexcavadoras cargadoras.

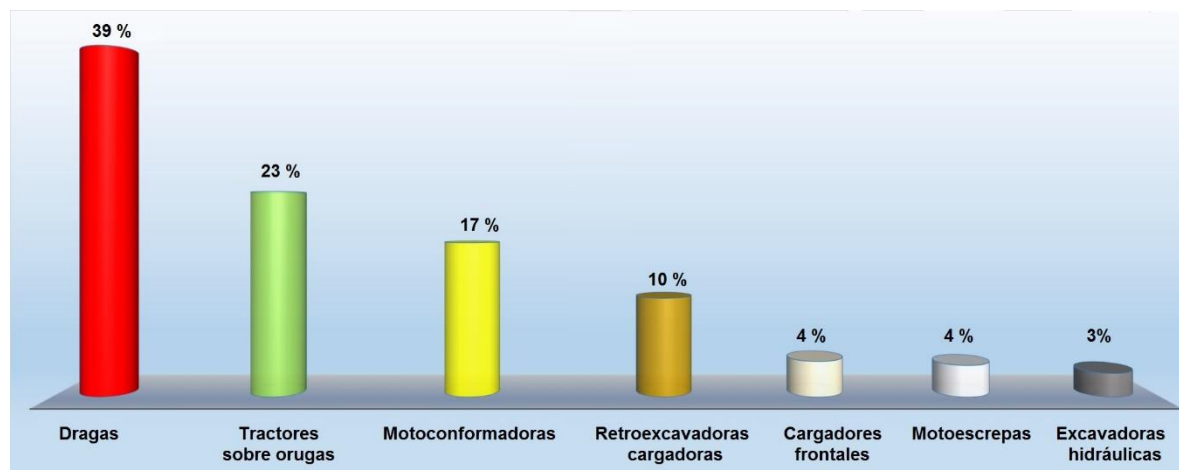


Figura 1. Distribución de maquinaria de los Distritos de Riego del año 1992.

Se estima que alrededor del 52 % del presupuesto de conservación se dedica al control de maleza en canales y drenes y 29 % al control del azolve en canales y drenes, como puede observarse en la figura 2 (Lomeli 2006).

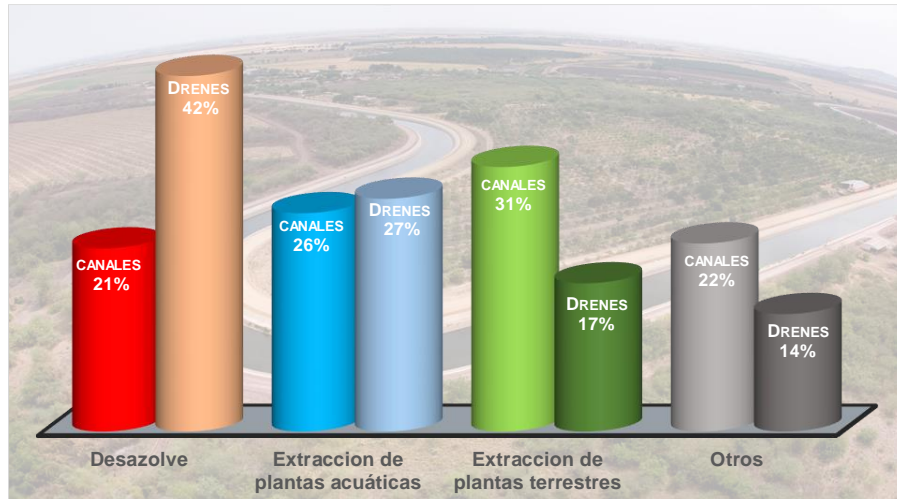


Figura. 2. Distribución de los trabajos de conservación en canales y drenes.

El problema de la maleza

Las plantas acuáticas o terrestres tienen un papel primordial en los diferentes ecosistemas y sólo se habla de ellas como maleza cuando por un crecimiento excesivo afectan el equilibrio, hasta entonces existente o alteran las actividades del hombre.

En los distritos de riego, la maleza presenta diversos problemas, destacan los siguientes:

- Pérdida de agua por efecto de evapotranspiración, de acuerdo con el grado de infestación, de la época del año, del vigor de la planta, entre otros factores, la evapotranspiración puede ser de 1 a 4 veces mayor que la simple evaporación.
- Al reducir la eficiencia de conducción afecta los riegos tanto en cantidad como en oportunidad.
- Reduce la eficiencia del drenaje y favorece, el proceso de ensalitramiento de los suelos.
- Incrementa la sedimentación y contribuye a la disminución de la capacidad y vida útil de almacenamientos.

Los tipos más comunes de maleza se clasifican de la siguiente manera:

- Flotantes: lirio acuático, lenteja de agua, lechuga de agua y helecho de agua.
- Sumergidas: hydrilla, elodea, cola de caballo, najas y cola de mapache o cola de zorro.
- Emergentes: tule.
- Marginales: huizache, mezquite, guacaporó, jara, jarilla, higuerrilla y pastos.

En la figura siguiente, se muestra la clasificación de la maleza.

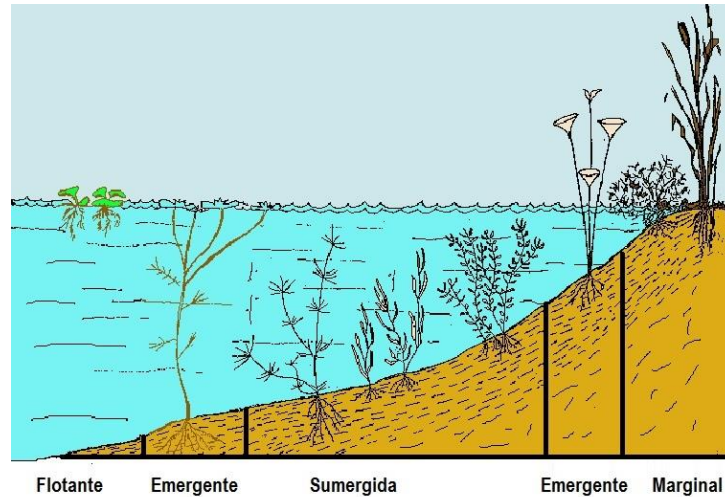


Figura 3. Clasificación de maleza.

El problema del azolve

Las causas principales de la presencia de azolve en la infraestructura de los Distritos de Riego son las siguientes:

- a) Acelerada deforestación y degradación de las cuencas
- b) Insuficientes trabajos de conservación de suelo y agua en las cuencas de captación
- c) Sólidos que no se decantan en los vasos de almacenamiento
- d) Insuficiente protección de los taludes de los cauces
- e) Entradas de aguas broncas a las redes de conducción y de drenaje
- f) Coleos de los riegos.

Además, la acumulación de azolve a lo largo de las redes de distribución y de drenaje, como efecto colateral, propicia, el desarrollo de maleza.

La principal fuente de abastecimiento de los Distritos de Riego, son las presas de almacenamiento y de derivación, la mayor parte de cuyas cuencas se encuentran deterioradas debido a una acelerada deforestación e insuficientes acciones de conservación de suelos, situación que ha provocado daños al ambiente como la degradación y la erosión de los suelos, aproximadamente 46% de la superficie nacional muestra algún signo de degradación. La degradación física afecta cerca del 4.3% del territorio nacional. Un ejemplo puede observarse en la figura 4.



Figura 4. Estado de deterioro de una cuenca.

Siete estados concentran 50% del valor de la producción agrícola nacional y presentan algunos procesos de degradación de suelos: Sinaloa (degradación química), Michoacán (erosión hídrica), Veracruz (degradación física), Jalisco (erosión hídrica), Sonora (erosión hídrica), Chihuahua (Erosión eólica) y Chiapas (degradación química); lo cual indica la urgente necesidad de establecer medidas preventivas y correctivas de conservación del suelo.

Análisis y discusión de resultados

Por lo que respecta a la maleza acuática, prolifera en cauces que conducen agua constantemente, por ejemplo, cuando se tiene el abastecimiento de agua potable o una diversidad de cultivos en el área de riego que requieren el agua en distintas épocas. Las malas hierbas acuáticas que se presentan con mayor frecuencia, son lirio, tule, hydrilla, cola de zorra, cola de caballo, y otros de características similares. A continuación, se analizan las más importantes.

Lirio acuático.- En la mayor parte de los Distritos de Riego, el lirio acuático se extrae con dragas, excavadoras hidráulicas o retroexcavadoras equipadas con rastrillo o cucharón de canastilla.



Figura 5. Extracción de lirio con excavadora hidráulica en el Distrito de Riego 041 Río Yaqui, Sonora y retroexcavadora cargadora en el Distrito de Riego 075 Río Fuerte, Sinaloa.

Tule.- Para extraer esta maleza en canales y drenes tipos A y B, se recomienda utilizar la draga, la excavadora hidráulica, y la retroexcavadora.



Figura 6. Extracción de tule con excavadora hidráulica en el Distrito de Riego 005, Ciudad Delicias, Chihuahua.

Maleza terrestre.- El uso de maquinaria inadecuada para el control de la maleza en los taludes provoca el deterioro de la sección de los cauces, para evitar esta situación, es necesario utilizar maquinaria que no dañe la sección y que permita el desarrollo de una cubierta vegetal, de preferencia a base de pasto de 5 cm de altura como máximo, para que por un lado no interfiera con el flujo del agua y por el otro su sistema radicular retenga al suelo, con lo cual se podrá reducir la erosión y mantener en condiciones estables los taludes.

Para resolver dicha problemática en canales y drenes de los tipos D y E, es decir en 70 % de los canales y 90 % de los drenes, la Comisión Nacional del Agua y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; identificaron, desarrollaron y transfirieron la tecnología de utilización de equipos ligeros y permitir el desarrollo de pastos que protejan los taludes y que además permite el control de maleza sumergida.

El equipo ligero, está formado por un tractor agrícola, un sistema electrohidráulico, un brazo hidráulico articulado y un implemento, puede observarse en la Figura 7.

Actualmente se dispone de una gran cantidad de implementos, lo cual facilita controlar con eficiencia cualquier tipo de maleza que se desarrolle en la infraestructura.

La utilización del brazo hidráulico permite la operación del implemento con rapidez y facilidad, proporcionándole gran movilidad para trabajar sobre taludes, plantilla y bordos de canales, drenes y caminos, aun cuando se presenten cercas u obstáculos naturales.



Figura 7. Partes de un equipo ligero.

Este tipo de equipos no dañan la sección y permiten el desarrollo de una cubierta vegetal, de protección con pastos, para que por un lado la maleza no interfiera con el flujo del agua y por el otro que su sistema radicular retenga al suelo, lo cual permitirá reducir la erosión y mantener en condiciones estables los taludes.



Figura 8. Tramo de canal antes y después de control de maleza con equipo ligero en el Distrito de Riego 025 Río Bravo, Tamaulipas.

En la Tabla 2 se presentan algunas recomendaciones para seleccionar el implemento a utilizar. Se recomienda que en cada distrito se realice un análisis específico, con base en la dureza y la consistencia de las plantas.

Tabla 2. Recomendaciones generales para la selección de los implementos.

Implemento	Características de la maleza por controlar
Desbrozadora y desvaradora	Herbácea o leñosa terrestre que pueda cortarse normalmente a golpe de machete
Canastilla segadora	Flotante, emergente, sumergida y herbácea o leñosa terrestre que pueda trozarse con las dos manos



Respecto a la extracción de azolve, de acuerdo con las características de la infraestructura pueden utilizarse dragas, excavadoras hidráulicas (de largo, mediano y corto alcance) o retroexcavadoras cargadoras.

Es conveniente realizar un análisis hidráulico de los canales y los drenes para determinar las condiciones máximas de azolve que admitan las obras sin que afecte el servicio de riego por una disminución del gasto.

A continuación, se presentan algunos ejemplos gráficos de maquinaria llevando a cabo trabajos de desazolve.



Figura 9. Extracción de azolve con excavadora hidráulica de largo alcance y retroexcavadora cargadora en el Distrito de Riego 010, Culiacán Humaya, Sinaloa.

Análisis y discusión de resultados

Como resultado del proceso de identificación, validación y transferencia de la tecnología para la utilización de los equipos ligeros en México y de los avances tecnológicos en un programa de modernización de la maquinaria ha sido posible sustituir la maquinaria pesada que se utilizaba para el control de la maleza por equipos ligeros que realizan dichos trabajos de manera eficiente y económica, la mayor parte de las dragas han cumplido su vida económica y se ha incrementado el número de excavadoras hidráulicas.

Las retroexcavadoras cargadoras actualmente se utilizan principalmente para trabajos de extracción de sedimentos (desazolve), excavaciones y relleno para la colocación de tuberías a nivel de redes de distribución y parcelario, así como extracción y carga de materiales para relleno de bordos y bermas y revestimiento de caminos. Los equipos ligeros se utilizan para el control y extracción de maleza acuática y terrestre en canales y drenes. (Lomelí Villanueva José Ramón, María del Rosario Alvarez y Nazario Alvarez González 2006).

En la figura 10 se presenta la distribución del inventario actual de maquinaria y equipo. (Conagua 2016).

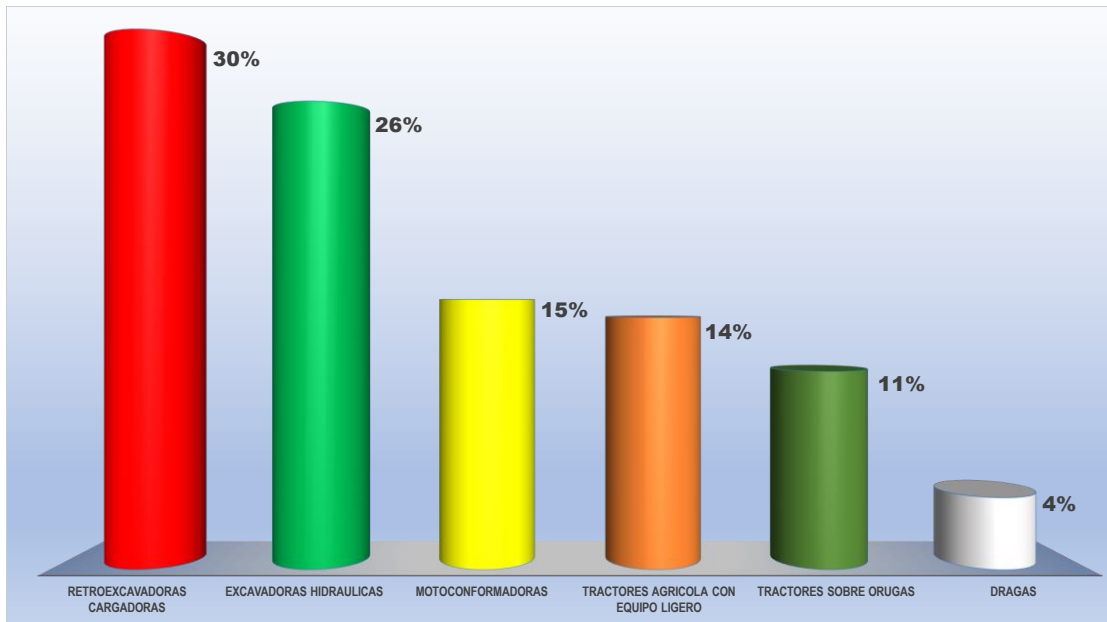


Figura 10. Distribución actual de maquinaria de los Distritos de Riego.

Conclusiones

La principal fuente de abastecimiento de los Distritos de Riego, son presas de almacenamiento y de derivación cuyas cuencas en su parte alta se encuentran deterioradas.

Insuficientes acciones y trabajos de conservación de suelos y agua han provocado que los escurrimientos de esas cuencas transportan una gran cantidad de partículas de suelos en suspensión situación que provoca que la vida útil de la mayor parte de las presas de almacenamiento se haya disminuido notablemente y que al extraer el agua para riego ésta lleve consigo los sólidos en suspensión que se acumulen a lo largo de la red de distribución.

En términos generales, la quinta parte del presupuesto de los Distritos de Riego se destina a realizar trabajos de extracción de azolve.

Los Distritos de Riego de México han modernizado sus parques de maquinaria y equipo para realizar los trabajos de conservación a un menor costo y para proteger la infraestructura.

La mayor parte de la infraestructura hidroagrícola de los Distritos de Riego, ha sido transferida a los usuarios organizados en Asociaciones Civiles y Sociedades de Responsabilidad Limitada, siendo los responsables de la administración, operación y conservación de la infraestructura.



Referencias bibliográficas

- Comisión Nacional del Agua. 1992. Inventario de la infraestructura de los distritos de riego. 125.
- Comisión Nacional del Agua. 1992. Gerencia de Distritos de Riego. Subgerencia de Conservación. Oficio circular No. BOO.1.5.2.1.-128. Marzo de 1992
- Comisión Nacional del Agua. 2016. Estadísticas del Agua en México. Capítulo 2, Situación de los recursos hídricos. 32.
- Comisión Nacional del Agua. 2016. Inventario de la infraestructura de los distritos de riego. 302.
- Comisión Nacional del Agua. 2017. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego Año Agrícola 2014-2015.187-188.
- García Rodríguez José Luis. 2010. Capítulo VIII. La restauración hidrológico forestal, como herramienta de disminución de la producción de sedimentos. Procesos de erosión sedimentación en cauces y cuencas Volumen 1 Programa Hidrológico Internacional (PHI) y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). 113.
- Lomelí V. Ramón. 2006. Importancia de la Conservación de Infraestructura Hidroagrícola en México. Memorias de la XII Reunión Nacional y II de América Latina y el Caribe sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia, Querétaro, Querétaro. 3
- Lomelí V. Ramón, Angulo Álvarez María del Rosario y Álvarez González Nazario. 2006. La maquinaria en la Conservación de los Distritos de Riego. Memorias del Segundo Congreso Internacional de Ingeniería, Querétaro, Qro. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Comisión Nacional del Agua.
- Lomelí V. Ramón y Álvarez G. Nazario. 2012. El Estado Actual de Las Cuencas y la Acumulación de Azolve en los Distrito de Riego. XXII Congreso Nacional de Hidráulica. Acapulco Guerrero. 4
- Lomelí V. Ramón y Nazario Álvarez González 2013. Weed Control in Mexican Irrigation Districts with Light Weight Equipment. 9th International Conference on Ecosystems and Sustainable Development (Ecosud 2013), Bucarest Rumania.3.