

## **DETERMINACIÓN DE LÁMINAS DE LAVADO EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL PUEBLO DE PÓTAM, SONORA**

**José Rodolfo Namuche Vargas<sup>1\*</sup>; José Manuel Velázquez Vazquez<sup>2</sup>, Roque Sopomea Buitimea<sup>2</sup>, Hedeliberto Olea Buitimea<sup>2</sup>, Hilario Vázquez Duarte<sup>2</sup>, Donaldo Quiñones Buitimea<sup>2</sup>, Mariana Guadalupe Molina Molina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac N° 8532. Colonia Progreso. Jiutepec, Morelos. México. Tel. 777 329 3600 Ext. 106.

[inamuche@gmail.com](mailto:inamuche@gmail.com) (\*Autor de correspondencia)

<sup>2</sup>Técnicos del Pueblo Yaqui. Tel. 644 152 1838.

[manuelvela@outlook.es](mailto:manuelvela@outlook.es)

---

### **Resumen**

Se muestra una metodología para determinar las láminas de lavado para la rehabilitación de suelos salinos, la cual consiste: a) drenaje parcelario subterráneo; se instaló dicho sistema en 6 parcelas en total de 45 ha, b) muestreo de suelos; se realizaron una perforación en cada parcela y se obtuvieron dos muestras de 0-30 y 30-60 cm, se enviaron al laboratorio para sus respectivos análisis, c) directrices para determinar el grado de salinidad de los suelos; con los resultados de los análisis del suelo, se tomaron los parámetros de conductividad eléctrica (CE), por ciento de sodio intercambiable (PSI), pH. El dictamen con base en dichos parámetros nos muestra que son suelos salinos y salino sódico, por lo tanto es necesario implementar y eficientar al sistema de drenaje subterráneo parcelario la siguientes prácticas culturales: i) subsoleo y rastreo; Se subsoleo con un tractor de orugas con un equipo de cinco picos para obtener una profundidad de 70 cm, y con una rastra de 16 discos, ii) láminas de lavado; en las parcelas del presente trabajo, considerando los por ciento de sodio intercambiable de los análisis de suelos y lo recomendado para el cultivo de trigo de 8 dS/m se encontraron la láminas de lavado para las parcelas Lv Fig. 4.1.A, Lv Fig. 4.1.B, Lv Fig. 4.1.C, Lv Fig. 4.2, y corresponden a 36, 49, 45 y 19 cm, respectivamente. Para el seguimiento y aplicación de las láminas de lavado, se propone y recomienda lo siguiente: 1) Aplicar la lámina de riego tradicional la parcela Lv Fig. 4.2, debido a que la diferencia con la lámina encontrada y recomendada por RIGRAV es de 23 cm. 2) Para el resto de las parcelas aplicar una lámina de lavado de 20 cm, posteriormente seguir aplicando las láminas de riego tradicional, o sea, el riego de presiembra, hasta el cuarto riego. 3) Después de aplicar la primera lámina de lavado y medir la conductividad eléctrica del suelo, si esta resulta 8 dS/m, se instalará un cultivo de trigo; si es mayor de 8 dS/m se instalará un cultivo de pasto. 4) Medir con equipo portátil de campo la conductividad eléctrica del suelo después de cada lavado o riego. 5) Después del ciclo agrícola, si la conductividad eléctrica es de 8 milimhos/cm, se retomaría la aplicación de las láminas de riego encontradas por RIGRAV. 6) Se recomienda que los drenes a cielo abierto donde descargan los colectores parcelarios deben estar limpios y bien conservados.

**Palabras claves:** Drenaje subterráneo parcelario, láminas de lavado

## Introducción

En los últimos años como consecuencia del cambio climático que estamos viviendo en el planeta tierra, el agua es un recurso que cada vez se está degradando por el mal uso que le estamos dando; especialmente por la contaminación de una manera u otra inducida por el hombre.

La agricultura bajo riego es la que utiliza la mayor cantidad del recurso agua en la producción de alimentos, y en la mayoría de los casos con una eficiencia muy baja del orden del 35%; induciendo a la salinidad de los suelos en diferentes grados, si es que estos no tienen un buen drenaje natural, apoyados con drenes principales y secundarios en óptimas condiciones de funcionamiento.

El drenaje de tierras agrícolas consiste en un conjunto de técnicas que permiten eliminar cualquier exceso de agua y/o sales que se presente sobre la superficie del suelo, o en la zona radicular de los cultivos, con el objetivo de proporcionar a éstos un medio adecuado para su normal crecimiento. El proyecto tiene la finalidad de mantener el suelo en condiciones favorables para realizar las labores operativas durante el desarrollo del cultivo y su cosecha

El desarrollo del drenaje no es sólo se aplica para aumentar el rendimiento y la producción de los cultivos, sino también para reducir los costos de producción, para ampliar la gama de usos de la tierra que se pueden aplicar y los cultivos que se pueden cultivar, para superar limitaciones de gestión agrícola, para proteger el medio ambiente y promover el bienestar rural. Los propósitos más amplios del drenaje evolucionaron en su mayoría en paralelo con los puntos de vista cambiantes sobre el papel de la agricultura en la sociedad.

La rehabilitación de suelos degradados por salinidad se lleva a cabo primeramente a través del drenaje superficial y subterráneo. Con la finalidad de eficientar esta tecnología es necesario complementar con prácticas culturales como: subsoleo, rastreo, aplicación de láminas de lavado y mejoradores químicos; así como el manejo del cultivo recomendado con base en el grado de salinidad de suelo.

## Materiales y Métodos

La degradación del suelo se define como la pérdida de las condiciones normales en sus propiedades físicas, químicas y biológicas por acción natural o antrópica: i) degradación natural, que no es muy grave, se debe a procesos lentos de pérdidas y ganancias debidas al desprendimiento de materiales por acción del agua, el viento o la gravedad, ii) degradación antrópica, que es causada por acción del hombre y sus actividades productivas genera mayores impactos en cortos periodos de tiempo. La erosión, compactación, contaminación, endurecimiento, acidificación, salinización, remoción masal y desertificación.

Es generalmente aceptado, que todos los suelos en las cuales las sales solubles juegan un papel determinante en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, pertenecen al grupo de los denominados genéricamente suelos afectados por sales, independientemente del tipo de sales y de la mineralogía del suelo (Szabolcs, 1996).

*Suelos Normales o no salinos*, Son suelos de buena calidad agronómica y donde las plantas presentan buen desarrollo y se obtienen buena producción.

*Suelos salinos*, contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Los cultivos presentan síntomas de estrés hídrico y toxicidad de iones: Cl, B, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> a tallos y raíces. Desde el punto de vista agrícola, una alta concentración de sal en el suelo provoca una serie de dificultades en los cultivos, que van desde la reducción de la disponibilidad de nutrientes esenciales, la alteración metabólica, la reducción de los rendimientos, hasta la muerte.

*Suelos salino-sódicos*, Contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos y cantidades excesivas de Na en los sitios de intercambio. Los cultivos pueden ser afectados por exceso de sales y Na, pero generalmente drenan muy bien. Las sales proveen cationes en exceso que se adsorben a coloides negativamente cargadas, reduciendo la tendencia a dispersarse. Estos se pueden convertir en suelos sódicos fácilmente. Presentan los mismos problemas de los suelos salinos.

*Suelos sódicos*, contienen cantidades excesivas de sodio (Na) en los sitios de intercambio, las cuales dispersan las partículas de suelo, materia orgánica y arcillas; ocasionando reducción o pérdida de la estructura del suelo. Limita el movimiento de aire y agua, lo que trae como consecuencia la disminución de infiltración, percolación y drenaje deficiente. El Na reemplaza los cationes divalentes y el Na adsorbido está hidratado y aumenta la electronegatividad hasta que las partículas se repelen. Toxicidad de iones: Na, Cl, B, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, en tallos y raíces; así como quemaduras en las puntas de las hojas, desbalances iónicos que conducen a deficiencias de: Ca, K, NO<sub>3</sub>, Mg, Mn, P. En el suelo el pH es alto, mayor de 8.5.

*Suelos calcáreos*, Contienen CaCO<sub>3</sub> libre, y no necesariamente son salinos ni salino-sódicos. La presencia de carbonatos libres influye en ciertas prácticas de manejo como el uso de herbicidas, aplicación de P y la disponibilidad de micronutrientes. El reducir el pH de estos suelos usualmente no es económico, pero se utilizaría azufre.

Los principales efectos de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas y su producción son:

- Germinación lenta e insuficiente de las semillas.
- Sequía fisiológica, marchitez y secado de plantas.
- Crecimiento retardado, hojas pequeñas, ramas y tallos cortos hojas de color azul verdes.
- Retardamiento del florecimiento, pocas flores, esterilidad y semillas pequeñas.

- Crecimiento de plantas tolerantes a las sales o plantas halófitas bajos rendimientos de semillas y partes vegetativas de la planta.

Velásquez 2019, da a conocer los resultados de las láminas netas para los riegos de pre-siembra y riegos subsecuentes, durante los ciclos agrícolas 2013-2014 a 2018-2019. La reducción de la lámina total/ha fue de 18.21 cm, al pasar de 86.65 cm a 68.44 cm. En esta reducción destacaron principalmente el riego de pre-siembra y el primer riego de auxilio.

**Cuadro 1.** Evolución de la superficie sembrada (ha) y láminas de riego (cm) para el cultivo de trigo por riego en seis ciclos agrícolas (2013 al 2019).

Ciclo agrícola	Superficie (ha)	Láminas (cm)					
		Presiembra	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto*	Total
Base (DR 018)	17,461	24.10	22.10	21.70	20.90	2.29	91.09
2013-2014	8,936	24.44	21.80	19.45	18.93	2.03	86.65
2014-2015	16,461	22.17	18.94	16.90	15.68	1.00	74.69
2015-2016	15,609	22.17	18.94	16.90	15.68	2.45	76.14
2016-2017	11,926	21.53	19.09	16.13	14.83	0.87	72.45
2017-2018	10,545	20.10	17.38	16.38	15.41	1.45	70.72
2018-2019	7,967	18.22	17.00	15.88	15.10	2.24	68.44

\*Ponderado

Las directrices para realizar un diagnóstico del grado de salinidad en el suelo, es necesario evaluar los parámetros siguientes: conductividad eléctrica (dS/mes), porcentaje de sodio intercambiable (%) y pH (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Directrices para diagnóstico de suelos salinos, sódicos o calcáreos.

SUELO	CE (dS/m)	PSI (%)	pH	OBSERVACIONES
Normal	< 4	< 15	6.5-7.5	Buena permeabilidad, aeración y con buena estructura.
Salino	> 4	< 15	7.5-8.5	Se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie.
Salino-sódico	> 4	> 15	> 8.5	Cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales.
Sódico	< 4	> 15	8.5-10.0	Mala permeabilidad, difícil de trabajar y alta defloculación de sus partículas.
Calcáreos	<4	<15	7.3-8.4	Contienen carbonatos libres que influyen en ciertas prácticas de manejo del cultivo.

Con lo manifestado en los párrafos anteriores clasificamos los suelos con diferentes grados de salinidad, dependiendo del grado de afectación salina; primeramente, se recomienda el mantenimiento y conservación de los drenes a cielo abierto y la instalación de drenaje subterráneo parcelario. Posteriormente se procede a aplicar las prácticas culturales necesarias para la rehabilitación de los suelos salinos. Estas prácticas se pueden dividir en:

- a) *Físicas o mecánicas*, como subsoleo, rastreo cruzado y empareje o nivelación.
- b) *Hidrotécnicas*, que consisten en la aplicación de láminas de lavado estimadas, por ejemplo, con la fórmula de Volouvyev (1966):

$$L_v = \alpha \text{Log} \left( \frac{CE_i}{CE_o} \right)$$

Donde:  $L_v$  (cm) es la lámina de lavado hasta un metro de profundidad,  $CE_i$  es la conductividad eléctrica (dS/m) antes del lavado,  $CE_o$  es el valor de conductividad eléctrica, que se espera tenga el suelo después del lavado, y  $\alpha$  es un coeficiente que depende del tipo de sales y la textura del suelo (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Valores de  $\alpha$  para diferentes contenidos de cloruros y textura de suelo (De la Peña, S/F)

TEXTURA	CONTENIDO DE CLORUROS EN % CON RESPECTO A ANIONES			
	63 a 40	40 a 20	20 a 10	< 10
Pesada	122	132	142	178
Media	92	102	112	148
Ligera	62	72	82	118

- c) *Químicas*, Consisten en aplicar mejoradores como yeso, ácido sulfúrico, etc., con la finalidad de recuperar suelos sódicos, es decir suelos que tienen un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayores del 15 % y una conductividad eléctrica menor de 4 dS/m. Antes de decidir si es necesario aplicar un mejorador se debe corroborar con el cuadro 1. La cantidad de mejorador químico se estima mediante la fórmula siguiente:

$$D_m = \frac{(PSI_i - PSI_f) \text{ CIC } P_e \text{ h } d_a}{100}$$

Dónde:  $D_m$  es la dosis de mejorador químico (kg/ha),  $PSI_i$  y  $PSI_f$  son el porcentaje de sodio intercambiable inicial y final, respectivamente (%). CIC es la capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g de suelo),  $P_e$  es el peso equivalente del mejorador,  $h$  es la profundidad hasta la que se desea rehabilitar el suelo (cm) y  $d_a$  es la densidad aparente del mismo (g/cm<sup>3</sup>).

- d) *Métodos biológicos*, Consisten en incorporar estiércol, abonos verdes y establecimiento de cultivos tolerantes a las sales. Los métodos biológicos de mejoramiento de los suelos sódicos o salino sódicos son considerados como una técnica auxiliar para aumentar la eficiencia de las técnicas fundamentales (Pizarro, 1985). Estos pueden aumentar la efectividad del lavado (Cabrera, 1992). Al respecto, Abrol et al. (1988) consideran Recuperación y mejoramiento de suelos

con problemas de sales en áreas agrícolas y urbanas que los métodos biológicos deben combinarse con métodos químicos, para desplazar las sales derivadas de la acción de los mejoradores a través del lavado.

**Desarrollo y localización del área de estudio**, Según el Plan Estratégico de Desarrollo de la Tribu Yaqui, la población total es de alrededor de 32,000 personas repartidas en 52 localidades pertenecientes a 8 pueblos; cada pueblo tiene localidades: Vícam con doce; Pótam con cinco; Tórim con doce; Ráhum con dos; Belém con cinco; Huírvis con una localidad; Loma de Guamúchil (Cócorit) con cuatro asentamientos; Loma de Bácum (Bácum) con once; más del 50% de la población Yaqui se concentra en los pueblos de Pótam y Vícam Estación; el resto de la tribu vive en pequeñas comunidades como población semi-dispersa.

En una superficie agrícola de 45 ha se instaló drenaje subterráneo parcelario en cuatro parcelas en el año 2022 del Pueblo Pótam, perteneciente al Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui; se realizaron 6 perforaciones y cada de ellas se obtuvieron dos muestras de suelo de 0-30 y 30-60 cm, un total 12 muestras (Figura 1).

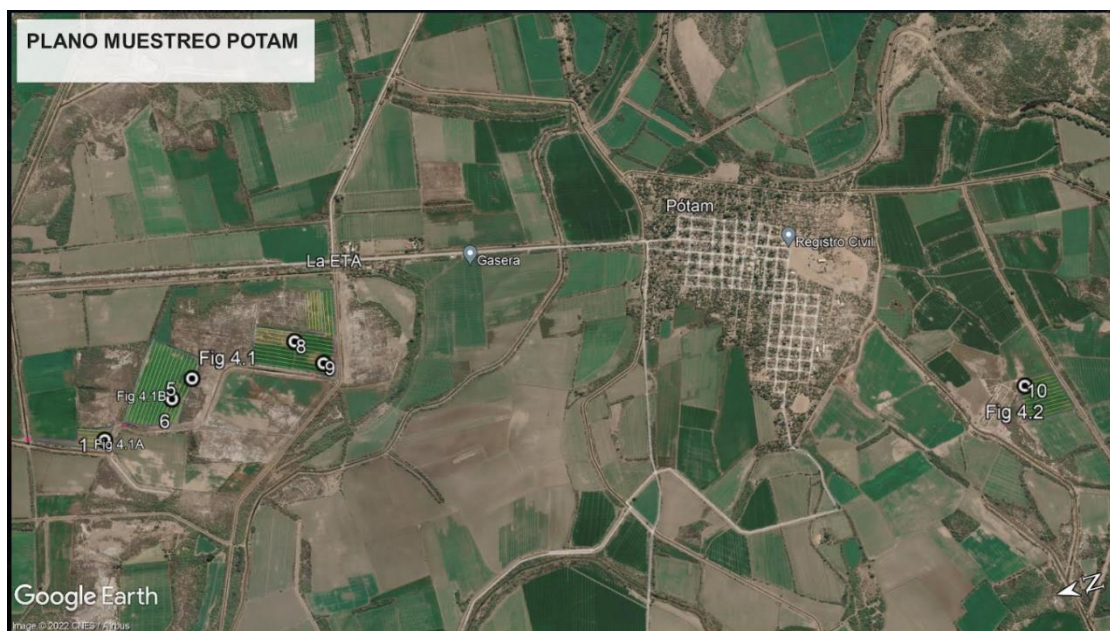


Figura 1. Localización de los pozos de muestreo de suelos en Pótam.

## Resultados y Discusión

Con base en los análisis de suelo y las directrices para determinar el grado de salinidad de los suelos (cuadro 2) se presenta un análisis y diagnóstico de afectación de los suelos por salinidad. Las directrices determinan la degradación de los suelos en su mayoría son salinos y uno solamente es salino sódico, por lo tanto, es necesario la aplicación de las prácticas culturales físicas o mecánicas e hidrotécnicas (cuadro 4).

**Cuadro 4. Diagnóstico del grado de salinidad de los suelos agrícolas del poblado de Pótam.**

FIGURA	PROFUNDIDAD (cm)	N° POZO	CE (dS/m)	PSI (%)	pH	DIAGNÓSTICO
4.1. A	00-30	1	18.50	10.78	7.50	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. A	30-60	1	20.74	10.61	7.55	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. B	00-30	5	30.60	12.91	7.48	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. B	30-60	5	31.82	13.25	7.60	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. B	00-30	6	21.80	10.95	7.63	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. B	30-60	6	26.60	13.81	7.68	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. C	00-30	8	42.50	15.88	7.72	Suelo salino sódico, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Con tendencia a suelo salino sódico, acumula sodio. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. C	30-60	8	30.40	12.40	7.58	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. C	00-30	9	20.70	12.30	7.80	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.1. C	30-60	9	13.30	7.21	7.84	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.2	00-30	10	11.70	7.02	8.08	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.
4.2	30-60	10	14.30	8.98	8.34	Suelo salino, se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie. contienen suficientes sales como para limitar el crecimiento de algunos cultivos por disminución en el potencial hídrico total. Se recomienda aplicar láminas lavado.

- **Físicas**, Se subsoleron las parcelas hasta una profundidad de 70 cm, y se rastrearon (Figuras 2 y 3).



**Figura 2. Subsoleo del suelo**



**Figura 3. Rastreo del suelo**

- Hidrotécnicas, Con base en los resultados de los análisis químicos y aplicando las directrices de clasificación de los suelos en cuanto a su degradación; (cuadro 1), el diagnóstico de los suelos son suelos salinos, solo un pozo de muestreo tiene una tendencia a suelo salino-sódico. Se recomienda aplicar láminas de lavado y estiércol especialmente en el área de influencia del pozo 4.1C (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Láminas de lavado**

FIGURA	PROFUNDIDAD (cm)	POZO	CE (dS/m)	CI (meq/L)	CI (%)	TEXTURA	$\alpha$	Lvc (cm)	Lvp (cm)
4.1. A	00-30	1	18.50	93.00	74.42	Media	92	33	35.78
4.1. A	30-60	1	20.74	95.80	71.23	Media	92	38	
4.1. B	00-30	5	30.60	146.00	72.61	Media	92	54	49.21
4.1. B	30-60	5	31.82	152.60	79.08	Media	92	55	
4.1. B	00-30	6	21.80	96.40	69.56	Media	92	40	
4.1. B	30-60	6	26.60	117.00	69.54	Media	92	48	
4.1. C	00-30	8	42.50	212.20	74.48	Media	92	67	44.59
4.1.C	30-60	8	30.40	146.80	73.06	Media	92	53	
4.1. C	00-30	9	20.70	92.00	69.71	Media	92	38	
4.1.C	30-60	9	13.30	67.80	74.37	Media	92	20	
4.2	00-30	10	11.70	65.00	77.44	Media	92	15	19.20
4.2	30-60	10	14.30	70.20	73.19	Media	92	23	

Lvc=Lámina de lavado calculada, Lvp=Lámina de lavado promedio

Con las láminas de lavado encontradas se procedería aplicarlas eficientemente considerando los riegos del cultivo a establecer.

La lámina total de riego tradicional aplicada para el cultivo de trigo es de 91 cm, la aplicada con la metodología de RIGRAV es de 68 cm, ahorrándose 23 cm (25%) cm en el Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui.

Las láminas de lavado para las parcelas Lv Fig. 4.1.A, Lv Fig. 4.1.B, Lv Fig. 4.1.C, Lv Fig. 4.2, corresponden a 36, 49, 45 y 19, respectivamente.

Para el seguimiento y aplicación de las láminas de lavado, se propone lo siguiente:

- Aplicar la lámina de riego tradicional la parcela Lv Fig. 4.2, debido a que la diferencia con la lámina encontrada y recomendada por RIGRAV es de cm.
- Para el resto de las parcelas aplicar una lámina de lavado de 20 cm, posteriormente seguir aplicando las láminas de riego tradicional, o sea, el riego de presiembra, hasta el cuarto riego.
- Es necesario medir con equipo de campo la conductividad eléctrica después de cada lavado o riego.
- Después del ciclo agrícola, si la conductividad eléctrica es de 8 milimhos/cm, se retomaría la aplicación de las láminas de riego encontradas por RIGRAV.



## Conclusiones y recomendaciones

1. Se instalaron en cuatro parcelas un total de 45 ha de drenaje subterráneo parcelario en tierras agrícolas del pueblo de Potám, perteneciente al Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui.
2. Con la finalidad de eficientar el sistema de drenaje, se determinan las prácticas culturales con base en los análisis de suelo, resultando lo siguiente:
  - a) Subsoleo hasta una profundidad de 70 cm y rastreo.
  - b) La degradación de los suelos en cuanto a salinidad y siguiendo las directrices de FAO, se encontraron suelos salinos y salino sódicos.
  - c) Aplicar láminas de lavado a las parcelas Lv Fig. 4.1.A, Lv Fig. 4.1.B, Lv Fig. 4.1.C, Lv Fig. 4.2, y corresponden a **36, 49, 45 y 19** cm, respectivamente.
3. Para el seguimiento y aplicación de las láminas de lavado, se propone y recomienda lo siguiente:
  - Aplicar la lámina de riego tradicional la parcela Lv Fig. 4.2, debido a que la diferencia con la lámina encontrada y recomendada por RIGRAV es de 23 cm.
  - Para el resto de las parcelas aplicar una lámina de lavado de 30 cm, posteriormente seguir aplicando las láminas de riego tradicional, o sea, el riego de presiembra, hasta el cuarto riego.
  - Después de aplicar la primera lámina de lavado y medir la conductividad eléctrica del suelo, si es alrededor de 8 dS/m, se instalará un cultivo de trigo; si es mayor de 8 dS/m se instalará un cultivo de pasto.
  - Es necesario medir con equipo de campo la conductividad eléctrica del suelo después de cada lavado o riego.
  - Después del ciclo agrícola, si la conductividad eléctrica es de 8 milimhos/cm, se retomaría la aplicación de las láminas de riego encontradas por RIGRAV.
  - Se recomienda que los drenes a cielo abierto donde descargan los colectores parcelarios deben estar limpios y bien conservados.

## Referencias Bibliográficas

- ALARCÓN, A.E.; TANAKA, S.: "Recuperación y disminución de la salinidad del suelo", Artículos de Investigación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia, (2): 31-36, 2003.
- BURGESS, H.R.; CLAUDE, Q.A.: Drenajes Agrícolas para Ingenieros, Ed. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, 1960.
- DREGNE, H.E.: "Managing saline water for irrigation", En: International Salinity Conference, Ed. Center for Arid and Semi-Arid Land Studies. Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA, 1977.
- FAO-SAGARPA: Programa Recuperación de Suelos Salinos, Inst. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Informe Nacional, México D. F., 101 p., 2001.

- MASOUD, F.I.: Salinity and alkalinity as soil degradation hazards [Z], No. 10, Inst. FAO/UNDP Expert Consultation on Soil Degradation, Rome, Italy, 1974.
- NAMUCHE, J.R.N.: Establecimiento de una parcela piloto de drenaje subterráneo parcelario en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Inst. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Sinaloa, México, 1995.
- NAMUCHE, J.R.N.: Proyectos ejecutivos para 2,800 ha de sistemas de drenaje subterráneo parcelario en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Inst. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, Sinaloa, México, 1997.
- NAMUCHE, J.R.N.: Proyectos ejecutivos para 4,000 ha de sistemas de drenaje subterráneo parcelario en el Distrito de Riego 014 Río Colorado Mexicali B.C., Inst. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, Mexicali, B.C., México, 1999.
- RITZEMA, H. P. 1994. Drainage principles and aplicaciones. ILRI Publication 16. Second Edition. Wageningen, The Netherlands.
- ROE, H.B.; AYRES, Q.C.; SUST, M.: Drenajes agrícolas para ingenieros, Ed. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, 1960.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, 1972. Drainage of agricultural lands. Water Information Center.
- TANJI, K.K.; KIELEN, N.C.: Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas, Ed. Irrigation and Drainage. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), 2002, ISBN: 92-5-104839-8.
- VLOTMAN, W.F., 1990. Drain envelop testing, design, an research. Workshop proceeding.
- VOLOBUYEV, V.R. 1960. El Lavado de drenaje de los suelos salinos en "Problemas de la salinización de los suelos y fuentes de agua". Moscú URSS. Traducción inédita del Dr. Manuel Ortega Escobar.