



Sexto
Congreso Nacional de
Riego, Drenaje y Biosistemas
COMIIR- 2021 / Hermosillo, Sonora



Artículo: COMIIR-21009

Hermosillo, Son., del 9 al 11 de junio de 2021

CARACTERIZACIÓN EMPÍRICA DE SUELOS BAJO RIEGO AFECTADOS POR SALES

Félix Alberto LLerena Villalpando

Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo.
Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, C.P. 56230 Texcoco, Méx.
f.allrenav@gmail.com, 5513488574

Resumen

La caracterización detallada de los suelos bajo riego con problemas de sales es muy complicada, tardada y costosa, debido tanto a la gran variabilidad que presenta la distribución de las sales en el espacio a nivel parcelario, como a la dinámica que tienen los procesos de ensalitramiento en el tiempo. Por lo tanto, en algunos casos de caracterizaciones a nivel parcelario o en pequeñas áreas, se debe uno conformar con conocer en forma aproximada la afectación salina, que puede ser suficiente para un especialista en el tema para elaborar el dictamen correspondiente. Así, en este trabajo se tratará sobre un procedimiento de campo o práctico desarrollado en el Distrito de Riego No. 41, Río Yaqui, Sonora, que se puede utilizar para caracterizar suelos afectados, que es rápido, menos costoso, pero no es tan preciso. Esta alternativa se recomienda en los casos en que se requiere tener información expedita de una parcela o de pequeñas superficies, así como cuando no sea un requisito contar con soportes documentales que se pueden exigir en algunos casos. Consiste en primeramente hacer una recopilación de información y posteriormente realizar un mapeo directo, práctico y visual en la parcela para identificar y delimitar las áreas afectadas por sales, para lo cual se requiere que se encuentre bajo cultivo, ya que el procedimiento se basa en la respuesta de éste, la apariencia del suelo, así como por la presencia espontánea de plantas tolerantes o halófitas, que permiten detectar los manchones y etiquetarlos en el grado de afectación salina aparente que les corresponde.

Palabras claves: caracterización, heterogeneidad, mancha, salinidad aparente, mapeo, vegetación espontánea.



Introducción

La caracterización de los suelos bajo riego con problemas de sales, es la metodología que hay que seguir para distinguir y precisar las características y atributos particulares relacionados con el problema de salinidad, que presentan las áreas estudiadas en un momento dado.

Su finalidad es detallar problemática de salinidad que existe, lo que incluye el tipo e intensidad, así como la diferenciación, delimitación y cuantificación de las áreas ensalitradas, la determinación de las propiedades del suelo involucradas y la identificación de las causas que originaron o están originando el problema. La información que se obtenga permitirá lo siguiente (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020):

- i. Conocer a detalle el problema de salinidad agrícola de una parcela o de una cierta área de estudio, así como las causas que lo originaron y su situación actual.
- ii. Clasificar el problema de ensalitramiento.
- iii. Emitir un diagnóstico del problema de salinidad del suelo que incluya el grado de dificultad que puede tener la recuperación del mismo.
- iv. Elaborar el proyecto ejecutivo para realizar el proceso de recuperación, así como el análisis costo-beneficio, para poder tomar la decisión adecuada sobre qué hacer, pudiéndose presentar las siguientes posibilidades:
 - Solucionar el problema llevando a cabo un proceso de mejoramiento o de recuperación de los suelos.
 - Adaptarse al problema buscando alternativas de uso y aprovechamiento del área afectada.
 - Reconvertir el área a su origen natural con especies endémicas, regionales, introducidas e invasoras, sin aprovechamiento económico.
 - No hacer nada y dejar las cosas como están por no ser ni técnica ni económicamente viable ninguna de las acciones anteriores.

Es importante resaltar que es muy complicado, tardado y costoso llevar a cabo una caracterización detallada de cualquier problemática de salinidad que tienen los suelos bajo riego, debido tanto a la gran variabilidad que presenta la distribución en el espacio de las sales a nivel parcelario, como a la dinámica que tienen los procesos de ensalitramiento en el tiempo.

Estos problemas de salinidad de los suelos se presentan de manera muy particular en las parcelas afectadas, ya que se manifiestan en forma de manchas o lunares con distintos grados de ensalitramiento y de diferentes tamaños, debido a uno o varios de los siguientes factores (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ²LLerena, 2020):

- i. La gran heterogeneidad natural que presenta la textura de los suelos tanto vertical como horizontalmente.
- ii. La variabilidad que pueda existir en la estratificación y profundidad del suelo.



- iii. Por la distancia que pueda existir del área afectada a canales no revestidos o drenes.
- iv. Por la presencia de microrelieves irregulares.
- v. Por la dinámica de los niveles freáticos y de su calidad química (entradas, salidas, profundidad, movimiento, cantidad y tipo de sales, etc.).

Así, en este trabajo se tratará sobre un procedimiento empírico, de campo o práctico que se puede utilizar para caracterizar parcelas bajo riego afectadas por sales, que es rápido, menos costoso pero no tan preciso como el procedimiento formal o teórico, ya que este último incluye un mapeo formal utilizando herramientas modernas de geomática y percepción remota, así como un muestreo tradicional de suelos y los correspondientes análisis físicos y químicos de las muestras en laboratorio, lo que lo hace tardado y costoso.

Por lo anterior, se recomienda utilizar el procedimiento de caracterización empírico que se describe en el presente trabajo, en los casos en que se requiere tener información rápida de una sola parcela o de pequeñas superficies, así como cuando no sea un requisito contar con soportes documentales que en algunos casos se pueden exigir; por ejemplo, datos de laboratorio en estudios o proyectos especiales o cuando se solicita un crédito.

Materiales y Métodos

La caracterización empírica consiste en primeramente hacer una recopilación de información y posteriormente realizar un mapeo directo, práctico y visual en la parcela afectada, para lo cual se requiere que el técnico que la realice tenga cierta experiencia práctica para que se pueda tener un adecuado grado de veracidad en la caracterización.

Recopilación de información

Su propósito es conjuntar toda la información posible complementaria que pueda existir sobre el problema de salinidad de la parcela o área a estudiar, que sea de utilidad al técnico que realice la caracterización empírica, consultando a las siguientes instancias (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020).

- a. **Con el productor.** Preguntarle sobre el comportamiento que han tenido sus cultivos a través del tiempo y sobre sobre la dinámica de la producción o rendimientos, el tipo de canales y el método de riego que utiliza, manejo del riego (láminas e intervalos) y eficiencia estimada, calidad del agua de riego, comportamiento de los niveles freáticos, cercanía a canales no revestidos y a drenes, si ha detectado la presencia de manchas salinas o de plantas espontáneas (glicófitas o halófitas), de que tipo son, etc.
- b. **Con productores vecinos.** Informarse sobre los mismos temas anteriores con aquellos vecinos que tengan o hayan tenido problemas de salinidad.
- c. **Con técnicos de las dependencias locales involucradas en el tema.** Consultarles aspectos genéricos sobre información que conozcan o experiencias



que hayan tenido sobre los problemas de salinidad y procesos de recuperación en la zona.

- d. **En internet.** Recabar información relacionada que pueda existir e inclusive buscar imágenes de satélite.

Mapeo

Con la finalidad de facilitar la identificación y delimitación de las áreas afectadas por sales de una parcela, que por regla general se presentan de manera muy heterogénea, varios investigadores recomiendan generalizar la identificación, utilizando tres grados de afectación salina aparente para generalizar, conjuntar y diferenciar cada una de las distintas manchas que se manifiesten, para que con la información que se obtenga, asignar a toda la parcela su grado general de afectación.

Estos tres grados son ligero, mediano y fuertemente afectado, se definieron tomando como referencia rangos generalizados y estimados de valores de CE de los suelos, que son los siguientes (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020):

- i. **Ligeramente afectado.** Se aplica a manchas cuyos suelos presentan concentraciones de sales estimadas que pueden fluctuar en promedio entre 4 y 8 dS/m de CE.
- ii. **Medianamente afectado.** Se aplica a manchas cuyos suelos presentan concentraciones de sales estimadas que pueden fluctuar en promedio entre 8 y 15 dS/m de CE.
- iii. **Fuertemente afectado.** Se aplica a manchas cuyos suelos presentan concentraciones de sales estimadas mayores a 15 dS/m de CE.

Estos rangos son promedios y representativos para los suelos de una determinada mancha, debido a que seguramente dentro de ella se podrían presentar algunos puntos en el suelo con otros valores de CE mayores o menores a ellos.

Algunas sugerencias de cómo se puede asignar el grado de afectación salina aparente correspondiente a cada mancha y para toda una parcela en general (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020)

- a. **Definición del grado particular de afectación de una mancha salina.** El procedimiento consiste en realizar recorridos por la parcela para primero detectar y ubicar las diferentes manchas en un mapa mediante observaciones directas visuales del cultivo y del suelo, de preferencia con la ayuda del productor. Para ello, es necesario que la parcela a caracterizar se encuentre bajo cultivo, ya que con base en la respuesta y apariencia que presente, se obtiene la información que permite detectar los manchones y además, etiquetarlos dentro de cada grado de afectación, lo que difícilmente se puede hacer si no hay cultivo, especialmente cuando la afectación es ligera.

Es decir, si un suelo está sin cultivo o recién preparado para su siembra, es muy complicado apreciar visualmente una afectación ligera, debido a que bajo estas



condiciones en general la apariencia que presenta el suelo parece normal, como si no tuviera problemas de ensalitramiento.

Ya ubicados los manchones afectados, se procederá a diferenciarlos de acuerdo a cada uno de los tres rangos de afectación salina aparente definidos, tomando primero en cuenta la apariencia y desarrollo del cultivo, después la presencia de vegetación espontánea glicófito y halófito que aparezca y por último, las afloraciones salinas o costras negras en la superficie del suelo. Estas observaciones se pueden complementar desde algún lugar elevado, si existe, como una construcción o estructura, árboles, desde arriba de un vehículo, y actualmente es posible hacerlo con drones. Dichas observaciones deberán considerar, para cada caso, lo siguiente (²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020):

- **Apariencia y desarrollo del cultivo.** Se deben detectar anomalías que se presenten en el crecimiento y aspecto del cultivo, como menor tamaño, densidad o vigor, hojas más pequeñas, color más claro o más oscuro de lo normal, presencia de necrosis, etc., asignando el grado de salinidad ligera cuando los efectos en el cultivo son mínimos, mediano cuando son más visibles y fuerte cuando aquel presenta poco o cero crecimientos. Es importante evitar confundirse con otro tipo de problemas que también pueden afectar a los cultivos y provocar síntomas semejantes, como semillas de mala calidad o compactación superficial del suelo que dificultan la germinación, falta o exceso de agua de riego, problemas de fertilidad o nutricionales, incidencia de plagas o enfermedades, etc., lo que puede evitarse cuando el técnico que realice la caracterización tenga la suficiente experiencia sobre estos temas.
- **Presencia de otro tipo de plantas, ya sean glicófitas o halófitas.** Generalmente, cuando una parcela tiene problemas de salinidad, aparecerán de manera natural y espontánea otros tipos de plantas cuya cantidad y tipo depende del grado de afectación y de la región, que pueden ser glicófitas con cierta tolerancia a las sales o especies halófitas. Las glicófitas tolerantes pueden surgir en algunos casos en las manchas con afectación salina ligera y con mayor frecuencia en las de mediana; las halófitas aparecen en la mayoría de los casos en las manchas con afectación salina mediana o fuerte. El tipo de especie, cantidad y desarrollo de dichas plantas, ayudarán a distinguir qué grado de afectación pertenece la mancha, por lo que más adelante se presenta un ejemplo de identificación de plantas glicófitas y halófitas nativas que aparecieron en parcelas afectadas a diferentes niveles de salinidad del suelo y que se utiliza como apoyo para realizar las caracterizaciones empíricas.
- **Presencia únicamente de vegetación halófito.** Esta condición solamente se presenta en las manchas con grado de afectación fuerte o muy fuerte del suelo, en donde el único tipo de vegetación natural que puede aparecer es halófito, por lo que en la caracterización empírica son las manchas más sencillas y fáciles de detectar.
- **Presencia de manchas salinas en el suelo, su tamaño, su aspecto y color.** Las manchas o afloraciones salinas blanquecinas en la superficie del suelo que son sales precipitadas, aparecen solamente cuando la afectación es



mediana o alta, y a mayor afectación, mayor tamaño de la afloración. También puede presentarse una coloración oscura del suelo por la propiedad higroscópica de las sales o cuando hay problemas de sodio.

- **Presencia de costras negras por la materia orgánica dispersada en suelos afectados por sodio.** Este tipo de costras aparecen con poca frecuencia en algunos casos de suelos sódicos.

Información sobre plantas espontáneas o vegetación nativa presente en suelos afectados por sales en el Distrito de Riego no. 41, Río Yaqui, Sonora, México.

Como ya se mencionó, cuando en una parcela afectada por salinidad empiezan a aparecer de manera espontánea otros tipos de plantas (glicófitas tolerantes o halófitas), éstas se pueden utilizar como indicadores del grado de afectación salina del suelo.

Considerando lo anterior, desde el año de 1970 se iniciaron estudios en el Distrito de Riego No. 41, Río Yaqui, Sonora, con la finalidad de correlacionar la presencia de dichas plantas espontáneas que aparecían con valores estimados de los contenidos de sales del suelo. Esto permitió obtener información que apoyara y facilitara la caracterización empírica de una parcela, cuyos resultados se presentan en el siguiente cuadro con nombres científicos y los comunes o locales de la vegetación detectada en suelos salinos bajo riego (¹De la Peña, 1975, ²LLerena, 1998 y ³LLerena, 2020).

Cuadro 1. Vegetación nativa espontánea presente en suelos afectados por sales con nombres científicos y comunes, en el Distrito de Riego No. 41 del Valle del Yaqui, Sonora.

C. E. (dS/m)	Forma como se presenta la vegetación	Nombre científico	Familia	Nombre común o local
6-10	Asociaciones de malezas que cubren la mayoría del área afectada o en recuperación	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae	1. Zacate Johnson
		<i>Amaranthus albus</i>	Amaranthaceae	2. Quelite bledo
		<i>Chloris virgata</i>	Poaceae	3. Zacate cola de zorra1
		<i>Phalaris caroliniana</i>	Poaceae	4. Zacate cola de zorra2
		<i>Trifolium sp</i>	Fabaceae	5. Trébol blanco
		<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	6. Girasol
		<i>Phalaris minor</i>	Poaceae	7. Alpiste silvestre
		<i>Avena spp.</i>	Poaceae	8. Avena silvestre
10-15	Aparecen en puntos aislados	<i>Amaranthus albus</i>	Poaceae	2. Quelite bledo
		<i>Trifolium sp</i>	Fabaceae	5. Trébol blanco
		<i>Rumex pulcher</i>	Polygonaceae	9. Caña agria
		<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	10. Lengua de vaca
		<i>Leptochloa dubia</i> o <i>L. sp</i>	Poaceae	11. Pasto salado
		<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	12. Zacate bermuda
		<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae	13. Malva
		<i>Melilotus indicus</i>	Fabaceae	14. Trébol amarillo
		<i>Convolvus arvensis</i>	Convolvulaceae	15. Correhuela
		<i>Sorghum sp</i>	Poaceae	16. Zacate sudan
<i>Physalis peruviana</i>	Solanaceae	17. Tomatillo		
15-25	Asociaciones que cubren el 25% del área	<i>Rumex pulcher</i>	Polygonaceae	9. Caña agria
		<i>Leptochloa dubia</i> o <i>L. sp</i>	Poaceae	11. Pasto salado
		<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae	15. Malva
		<i>Sesbania exaltata</i>	Fabaceae	18. Baiquillo
25-35	Asociaciones que cubren el 50% del área	<i>Portulaca aleracea</i>	Oleraceae	19. Verdolaga de cochi
		<i>Portulaca aleracea</i>	Oleraceae	19. Verdolaga de cochi
		<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	20. Chual
		<i>Pectis papposa</i>	Asteraceae	21. Manzanilla de coyote

35-45	Asociaciones que cubren el 25% del área	<i>Tamarix pentandra</i> <i>Suaeda ramosissima</i> <i>Sesuvium portulacastrum</i> <i>Atriplex canescens</i>	Tamaricaceae Chenopodiaceae Aizoaceae Amaranthaceae	22. Pino salado 23. Romerito 24. Verdolaga marina 25. Chamizo costilla de vaca
45-60	Manchones aislados	<i>Tamarix pentandra</i> <i>Suaeda ramosissima</i> <i>Atriplex canescens</i>	Tamaricaceae Chenopodiaceae Amaranthaceae	23. Pino salado 24. Romerito 25. Chamizo costilla de vaca

Fuente: ¹De la Peña, 1975 y ²LLerena, 2020

Otros autores en México reportan la presencia de otras plantas que aparecen en suelos salinos bajo riego, que son Mezquite (*Prosopis juliflora*), Estafiate (*Artemisa tridentata*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Pluchea (*Pluchea sericea*), Chico (*Sarcobatus vermiculatus*), Cressa (*Cressa truxillensis*) y Saladilla (*Allenrolfea occidentalis*), lo que seguramente varía para cada cada región.

A continuación, se presentan fotografías de las plantas mencionadas en el cuadro 1, en el entendido de que este ejercicio corresponde a nombres comunes o locales del Valle del Yaqui de Sonora, debiéndose adecuar y complementar para cada región o área de riego que se estudie (¹De la Peña, 1975 y ²LLerena, 2020).



Figura 1. Zacate Johnson *Sorghum halepense*



Figura 2. Quelite Bledo *Amaranthus albus*



Figura 3. Zacate cola de zorra 1 *Chloris virgata*



Figura 4. Zacate cola de zorra 2 *Phalaris caroliniana*



Figura 5. Trébol blanco *Trifolium* sp



Figura 6. Girasol *Helianthus annuus*

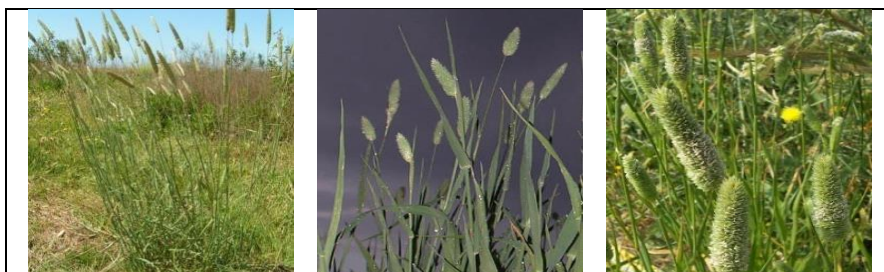


Figura 7. Alpiste silvestre *Phalaris minor*



Figura 8. Avena silvestre *Avena fatua* L.



Figura 9. Caña agria *Rumex pulcher*



Figura 10. Lengua de vaca *Rumex crispus*



Figura 11. Pasto salado *Leptochloa sp*

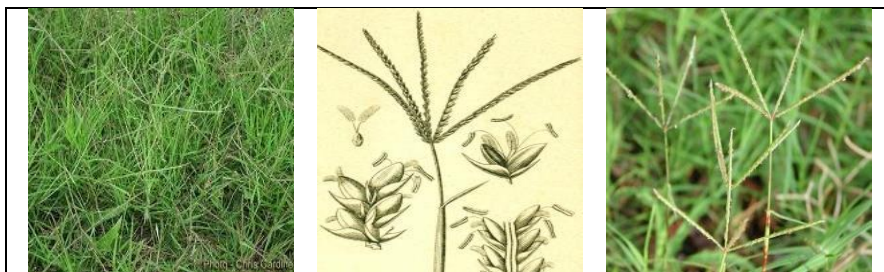


Figura 12. Zacate bermuda *Cynodon dactylon*



Figura 13. Malva *Malva Parviflora*



Figura 14. Trébol amarillo *Melilotus indicus*



Figura 15. Correhuela *Convolvulus arvensis*



Figura 16. Zacate sudan *Sorghum sp*



Figura 17. Tomatillo *Physalis peruviana*



Figura 18. Verdolaga de cochi *Portulaca oleracea*



Figura 19. Baiquillo *Sesbania exaltata*



Figura 20. Chual *Chenopodium álbum*

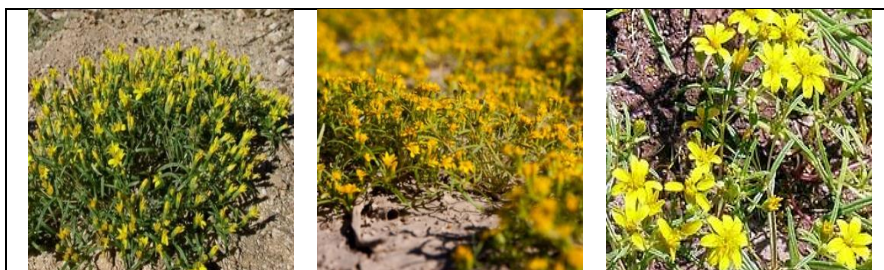


Figura 21. Manzanilla de coyote *Pectis papposa*



Figura 22. Pino salado *Tamarix pentandra*



Figura 23. Romerito *Suaeda ramosissima*



Figura 24. Verdolaga marina *Sesuvium portulacastrum*



Figura 25. Chamizo costilla de vaca *Atriplex canescens*

Se sugiere desarrollar esta estrategia para cada diferente lugar o región de estudio.

Resultados y Discusión

Definición del grado general de afectación de cada parcela.

Consiste en cuantificar por separado la superficie que ocupa en la parcela cada una de los tres grados de afectación salina aparente definidos, manifestados a través de los tres tipos de manchas; que pueden ser ligeras, medianas y fuertes. Esto permitirá obtener de manera aproximada cuatro datos que son, el número de manchas de cada tipo, la superficie que ocupa cada una, la superficie total de cada tipo de mancha y la superficie que ocupan todas las manchas, sin importar el grado de afectación.

Con estos datos se podrá estimar el porcentaje en que se afectaría el rendimiento en la parcela, para combinarlo con la cantidad y tamaño de cada una de las manchas y asignar a la parcela el grado general de afectación que tiene, de acuerdo con las siguientes sugerencias (³LLerena, 2020).

- a. **Parcela con grado aparente de ligeramente afectado.** En esta predominan manchones con baja afectación, pero también pueden presentarse pequeñas manchas con mediana y casi ninguna con fuerte, por lo que su efecto estimado sobre la reducción en el rendimiento puede variar entre 5 y 15%. Por lo tanto, este nivel se puede aplicar a las parcelas bajo cultivo que presentan áreas afectadas cuya suma puede ser menor al 50% del total de la superficie de la parcela, pudiendo mostrarse las siguientes combinaciones de grados de afectación que se presentan como referencia:

- 0 a 50% del total de la superficie de la parcela corresponden a áreas ligeramente afectadas.



- 0 a 10% corresponden a áreas medianamente afectadas.
- 0 a 5% corresponden a áreas fuertemente afectadas.

b. Parcela con grado aparente de medianamente afectado. En ésta hay muchos manchones con afectación ligera, pueden predominar los de mediana afectación y ya se presentan manchas de grado fuerte; por lo que su efecto estimado sobre la reducción en el rendimiento puede variar entre 15 y 40%. Por tanto, este nivel se aplica a las parcelas bajo cultivo que presentan áreas afectadas cuya suma es de 15 a 80% del total de la superficie de la parcela, pudiendo mostrarse las combinaciones de grados de afectación que se presentan como referencia:

- 0 a 70% del total de la superficie de la parcela corresponde a áreas ligeramente afectadas.
- 0 a 30% corresponde a áreas medianamente afectadas.
- 0 a 20% corresponde a áreas fuertemente afectadas.

c. Parcela con grado aparente de fuertemente afectado. En ésta predominan los manchones con alta afectación, y se aplica a parcelas que en la mayoría de los casos ya no se cultivan y están abandonadas y presentan vegetación halófitas, por lo que su efecto estimado sobre la reducción en el rendimiento generalmente es de 40 a 100%. Por tanto, este nivel se aplica a las parcelas que presentan áreas afectadas cuya suma es mayor al 40% del total de la superficie de la parcela, pudiendo mostrarse las siguientes combinaciones de grados de afectación que se presentan como referencia:

- 0 a 20% del total de la superficie de la parcela corresponde a áreas ligeramente afectadas.
- 0 a 50% corresponde a áreas medianamente afectadas.
- 0 a 100% corresponde a áreas fuertemente afectadas.

En el cuadro siguiente se presentan dos ejemplos donde se aplican las sugerencias anteriores.

Cuadro 2. Dos ejemplos de asignación del grado de afectación salina aparente a una parcela.

Grado de afectación	No. de manchas	Superficie		Efecto rend. (%)	No. de manchas	Superficie		Efecto rend. (%)
		ha	%			ha	%	
Parcela	Ligeramente afectada				Medianamente afectada			
Sin afectación	0	8.2	82	0	0	6.4	69	0
Ligera	8	1.2	12	-5	4	2.2	22	-9
Mediana	2	0.5	5	-2	3	0.8	8	-4
Fuerte	1	0.1	1	-1	1	0.5	5	-5
Total área afectada	9	2.1	18		8	3.1	31	
Total		10.0	100	-8		10.0	100	-18

Fuente: Elaboración propia



Conclusiones

- La caracterización de suelos bajo riego afectados por sales tiene la finalidad de detallar el tipo e intensidad de la problemática de salinidad que existe, lo que incluye la diferenciación, delimitación y cuantificación de las áreas ensalitradas, así como la determinación de las propiedades del suelo involucradas y la identificación de las causas que originaron o están originando el problema.
- La gran variabilidad que presenta la distribución de las sales en el espacio a nivel parcelario y la dinámica que tienen los procesos de ensalitramiento en el tiempo, propicia que sea tardado y costoso llevar a cabo una caracterización detallada.
- En los casos en que se requiere tener información rápida de una parcela o de pequeñas superficies, es posible utilizar la caracterización empírica que no incluye muestreo, ya que en la mayoría de los casos se debe conformar con conocer en forma aproximada la afectación salina, a través de tres grados de afectación salina aparente que son ligero, mediano y fuertemente, que generalmente es suficiente para un especialista en el tema para elaborar el dictamen correspondiente.
- La caracterización empírica consiste en realizar un mapeo directo, práctico y visual en la parcela afectada que necesariamente debe encontrarse bajo cultivo, ya que con base en la respuesta y apariencia que éste presente, se obtiene la información para detectar los manchones y además, etiquetarlos dentro de cada grado de afectación.
- La presencia de otro tipo de plantas, ya sean glicófitas tolerantes o halófitas, que aparecen de manera natural y espontánea dependiendo del grado de afectación y de la región, se utiliza como apoyo para realizar caracterizaciones empíricas dependiendo el tipo de especie, la cantidad y su desarrollo.
- En la caracterización empírica, se cuantifica por separado la superficie que ocupa en la parcela cada una de los tres grados de afectación salina aparente, manifestados a través de los tres tipos de manchas; que pueden ser ligeras, medianas y fuertes. Esto permitirá obtener de manera aproximada cuatro datos que son, el número de manchas de cada tipo, la superficie que ocupa cada una, la superficie total de cada tipo de mancha y la superficie que ocupan todas las manchas, sin importar el grado de afectación. Con estos datos se podrá estimar el porcentaje en que se afectaría el rendimiento en la parcela, para combinarlo con la cantidad y tamaño de cada una de las manchas y asignar a la parcela el grado general de afectación que tiene.



Referencias Bibliográficas

- De la Peña de la Torre Ildfonso. 1975. Salinidad de los suelos Agrícolas, su origen, clasificación, prevención y recuperación. Boletín Técnico. SRH. Distrito de Riego 41, Cd. Obregón Sonora.
- LLerena V., F. A. (1998). Una metodología para la caracterización y muestreo de suelos bajo riego afectados por sales. Memorias del VIII Congreso Nacional de Irrigación, ANEI, Gómez Palacio, Dgo, México.
- LLerena V., F. A. (2020). Los problemas de salinidad de los suelos agrícolas bajo riego. Biblioteca Básica de Agricultura. D-104. Editorial del Colegio de Postgraduados. México, Mex.