

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DE QUÍBOR Y SU RELACIÓN CON LAS LIMITACIONES DE DRENAJE Y LA CALIDAD DEL AGUA¹

Roberto Villafañe², Oscar Abarca², Marco Azpúrua², Thirza Ruiz² y Jesús Dugarte³

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en los suelos del valle de Quíbor estado Lara, para conocer la distribución espacial actual de la salinidad en los primeros 40 cm de profundidad. El estudio cubrió una superficie de 18.500 ha y los puntos de muestreo fueron ubicados cada km². Las muestras fueron procesadas para determinar su salinidad. Los datos obtenidos y la información contenida en estudios previos permitieron concluir que la acumulación de sales en la profundidad indicada está asociada a las limitaciones de drenaje de los suelos y a la salinidad de las aguas subterráneas utilizadas para riego. Sin embargo, el proceso de salinización secundaria no ha sido acelerado debido a la práctica de descanso de los suelos, y a la posible mejora de la infiltración del agua con la aplicación de abonos orgánicos y el laboreo profundo.

Palabras clave adicionales: Riego, agua subterránea, salinización, muestreo de suelo

ABSTRACT

Salinity spatial distribution in the Quíbor valley and its relation with either drainage limitations and quality of irrigation waters

A study was carried out on 18.500 ha in Quíbor valley, Lara state to assess salinity spatial distribution in the top 40 cm of the soils. A sampling point was selected each square kilometer and samples were processed for salinity. Laboratory data and information obtained in previous studies indicated that salts accumulation in top soil is related to drainage limitations of soils and salinity of irrigation groundwaters. However, salinization process has not been accelerated by the fallow practice, and moreover, by possible improvement of water infiltration by either using organic manure or deep tillage.

Additional key words: Irrigation, groundwater, salinization, soil sampling

INTRODUCCIÓN

Los suelos del valle de Quíbor varían desde arcillosos a franco arenosos, constituyendo el limo una fracción que en la mayor parte del área supera el 50 %. Esto le confiere a los suelos una baja estabilidad estructural, haciéndolos muy sensibles a la erosión hídrica y eólica. Por otra parte, las condiciones semiáridas del valle y las limitaciones de drenaje favorecen el proceso natural de salinización. En 1972, Zinck y Suárez señalaron que los suelos del valle estaban afectados por sales. La menor salinidad ocurría en las napas, cubetas de desborde y conos de deyección del

pedemonte; los valores intermedios en las cubetas de desborde y en algunas napas; también, en las vegas de quebradas, en los vallecitos coluviales y en los abanicos de explayamiento del pedemonte. La mayor salinidad, así como la asociada a la sodicidad, ocurría en el resto de la superficie, en las tierras degradadas por erosión y aquellas que habían sido recuperadas mediante nivelación. Además, expresaron que la agricultura de secano y el manejo inadecuado del riego habían agravado la situación. En 1975, Dappo reportó que los valores mayores de salinidad se localizaban particularmente en los sectores noroeste y suroeste del valle, correspondiendo el primero con la zona

Recibido: Marzo 12, 1999

¹ Trabajo financiado por la empresa Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor, C.A.

² Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV). Apdo. 4579. Maracay, Venezuela

³ Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor. Quíbor, estado Lara, Venezuela.

más baja del valle y además la más antigua en el uso de las aguas subterráneas. Por otra parte, la extensión e intensificación de la actividad agrícola ha conducido a la sobre-explotación de los acuíferos en los últimos 30 años, provocando el abatimiento de los niveles estáticos y la elevación de la conductividad eléctrica del agua (SHYQ, 1995), con el consiguiente aumento de los riesgos de salinización de los suelos. El presente estudio se adelantó, precisamente con el propósito de conocer la distribución espacial actual de la salinidad en el valle de Quíbor y explorar su relación con las condiciones generales de drenaje de los suelos y con la salinidad de las aguas de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la planicie mayor del valle de Quíbor, durante el lapso mayo-julio de 1998 y en una extensión de 18.500 ha, delimitada al sur, este y oeste por el polígono de aprovechamiento agrícola del valle, y al norte, por parte de la carretera Barquisimeto-Carora y la quebrada Las Raíces. Los sitios de muestreo se ubicaron con la ayuda de fotografías aéreas y mapas topográficos a escala 1:10.000, auxiliándose además con un geoposicionador satelitario (GPS) Magellan 5000 Pro. Se estableció una densidad de muestreo de una muestra cada 1 km². En cada sitio se registró la condición de uso del suelo y se colectaron muestras de las plantas silvestres, cultivadas y malezas establecidas en el lugar, para su posterior identificación. Luego se procedió con el muestreo de suelo, a las profundidades de 0 a 20 cm y 20 a 40 cm. Cada muestra estuvo compuesta de tres submuestras tomadas dentro de un círculo de radio igual a 5 m del punto geoposicionado. De cada muestra compuesta se preparó una pasta saturada, midiendo en el extracto la conductividad eléctrica y determinando luego los iones bicarbonato, cloruro, sulfato, calcio, magnesio, sodio y potasio. Con los iones calcio, magnesio y sodio se calculó la relación de adsorción de sodio. Para las determinaciones químicas se siguió la metodología recomendada por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América (USSLS, 1954), con las modificaciones sugeridas por Pla (1969) para la determinación de sulfato. Con la composición iónica del extracto se

determinó la composición salina, haciendo uso del programa LSALES (Villafañe y Guarisma, 1998). Del mapa de suelos del estudio realizado por Zinck y Suárez (1970) se extrajo la posición geomorfológica correspondiente a cada sitio de muestreo para relacionarla con la salinidad obtenida, en virtud de ser esta variable un índice práctico para apreciar las condiciones generales de drenaje. Con las variables posición geomorfológica y salinidad se elaboraron mapas para ilustrar su distribución espacial. Se prepararon previamente hojas de cálculo con coordenadas X,Y,Z, donde X representó la coordenada UTM este del punto, Y la coordenada UTM norte y Z el atributo o variable. Luego se pasaron los datos a un sistema de información geográfico (SIG). En este caso se utilizó el Idrisi para Windows - Clark University, 1997, en formato vectorial. Posteriormente se realizó la conversión a celdas con el mismo SIG Idrisi. Previo a la edición del mapa de cada variable se adicionaron las capas correspondientes a la poligonal del valle y los linderos de la población de Quíbor, importadas de la base de datos de la empresa Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor, C.A.

Del estudio sobre el uso del agua de riego en el valle de Quíbor (SHYQ, 1995) se extrajo información sobre la composición iónica de las aguas superficiales y subterráneas, para determinar a partir de ella la composición salina de cada una, haciendo uso nuevamente del programa LSALES. Luego se comparó la composición salina de las aguas con la de los extractos obtenidos de las pastas saturadas.

Los datos correspondientes a la variable salinidad se procesaron también estadísticamente, agrupando los mismos por condición de uso de los suelos y por posición geomorfológica. El procesamiento se llevó a cabo con auxilio del programa Statistix para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condición de uso de los suelos

La extensión de cada condición de uso de los suelos se muestra en el Cuadro 1. Para el momento del trabajo de campo las áreas con vegetación natural ocupaban una superficie muy reducida de la planicie, constituyendo reductos del

matorral espinoso de la zona. Por el contrario, la actividad agropecuaria dominaba casi toda la planicie, ocupando la agrícola la mayor extensión, pero con la particularidad que la superficie bajo cultivo era apenas el 22 % de ella. Las limitaciones hídricas existentes en el valle restringen el área bajo cultivo. La distribución de cada condición de uso fue dispersa en la planicie y no guardó relación con la posición geomorfológica ni con la salinidad del suelo.

Cuadro 1. Extensión de cada condición de uso de los suelos en el valle de Quíbor.

Condición de uso de los suelos	Superficie (ha)
Con vegetación natural	1.650
Con actividad agrícola	15.800
Labrado, con vegetación	850
Labrado, sin vegetación	6.950
Nivelación reciente	700
En descanso (barbecho)	3.750
Deforestado, sin cultivo	100
Bajo cultivo	3.450
Con pasto	1.050
Total	18.500

En el Cuadro 2 se presenta una lista de las especies colectadas durante el trabajo de campo.

Dentro del área bajo cultivo, la cebolla ocupó cerca de 2500 ha, los otros cultivos de importancia fueron pimentón y melón, seguidos de maíz, caña de azúcar, tomate, cilantro, pepino y lechuga, todos sensibles a las sales, excepto melón y caña de azúcar que presentan cierta tolerancia (Ayers y Westcot, 1987).

Salinidad, posición geomorfológica y condición de uso de los suelos

En la Figura 1 se muestra la posición geomorfológica de cada sitio de muestreo así como la distribución espacial de la salinidad detectada en los primeros 20 cm de suelo. Por otra parte, en los Cuadros 3 y 4 se detalla, para cada profundidad de muestreo, el número de muestras por rango de salinidad en cada posición geomorfológica. De los mapas de la Figura 1 y de los datos de los Cuadros 3 y 4 se deduce que no todos los sitios con salinidad superior a los 4 dS m⁻¹ coincidieron con los suelos en posición de cubeta de decantación e igualmente no todos los

sitios con valores bajos de salinidad coincidieron con los suelos en posición de napa, pero el análisis estadístico (Cuadro 5) indicó que las cubetas de decantación fueron las más afectadas, y las napas y cubetas de desborde las menos afectadas. Algunos suelos en posición de napa presentaron valores altos de salinidad, debido probablemente al uso intenso del riego con aguas salinas. Otros en posición de cubeta mostraron valores bajos de salinidad, posiblemente por el manejo del riego con aguas de escorrentía. También pudo haber influido en los contrastes indicados el manejo de los suelos, destacando el aporte de abonos orgánicos, el laboreo profundo y el descanso de los suelos (barbecho); los dos primeros a través del aumento de la infiltración del agua y el último por el desplazamiento de las sales con el agua de lluvia. Obviamente no todos los productores del valle realizan las mismas prácticas y particularmente cada práctica no es implementada con la misma intensidad por cada productor.

En los primeros 20 cm de suelo, el 62 % de los sitios muestreados tuvo un nivel de salinidad inferior a los 4 dS m⁻¹ y se encontraron en su mayor parte en barbecho, cultivados o labrados. Los sitios con salinidad comprendida entre 4 y 8 dS m⁻¹ cubrieron el 34 % de la superficie y se hallaron básicamente labrados. Los sitios con salinidad superior a 8 dS m⁻¹ resultaron inferiores a 5 % y en ellos se consiguieron todas las condiciones de uso. Por otra parte, los sitios con salinidad inferior a los 2 dS m⁻¹ no superaron el 19 %; es decir, que aún cuando el nivel de salinidad en el valle no resultó alto, los sitios libres de salinidad fueron pocos.

Un análisis similar se efectuó con los datos registrados para la profundidad de suelo comprendida entre 20 y 40 cm (Cuadro 4), resultando aquí mayor el número de puntos con salinidad inferior a los 4 dS m⁻¹. No obstante, el 40 % de los sitios muestreados exhibió un aumento de la salinidad con la profundidad. Este aumento ocurrió básicamente en los sitios menos afectados, pudiendo estar asociado a mejores condiciones de drenaje del suelo o al laboreo profundo con arado de vertedera. Este implemento al voltear el suelo, entierra las sales acumuladas en la superficie.

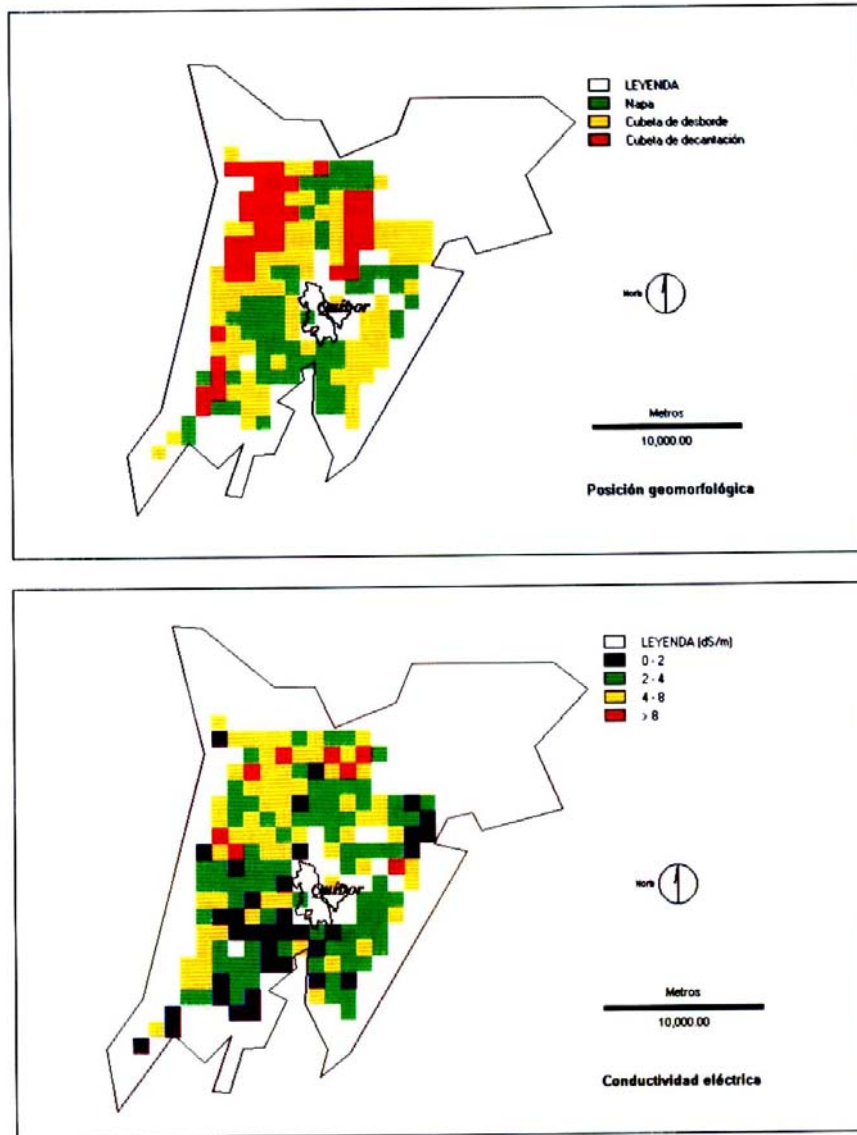


Figura 1. Posición geomorfológica de los sitios de muestreo y conductividad eléctrica del extracto en los primeros 20 cm de suelo.

Cuadro 2. Especies de plantas colectadas en el valle de Quíbor durante el trabajo de campo.

Categoría	Nombre común	Nombre científico
Silvestres	Cardón de dato	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) F. Buxb.
	Cardón de lefaria	<i>Subpilocereus repandus</i> (L.) Backeb.
	Cují negro, úveda	<i>Acacia macracantha</i> H. et B. ex Willd.
	Cují yaque, cují	<i>Prosopis juliflora</i> (Swartz) DC.
	Dividive	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.
	Guanajo	<i>Pilosocereus moritzianus</i> (Otto) Byles et G. Rowley
	Olivo	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.
	Orore	<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.
	Quedebé, olivo macho	<i>Capparis linearis</i> Jacq.
	Trompillo	<i>Jacquinia aristata</i> Jacq.
	Tuna de cabra	<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck
	Vera	<i>Bulnesia arborea</i> (Jacq.) Engl.
Yabo	<i>Cercidium praecox</i> (R. et P.) Harms	
Cultivadas	Caña de azúcar	<i>Saccharum spp.</i>
	Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.
	Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.
	Lechosa	<i>Carica papaya</i> L.
	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.
	Maíz	<i>Zea mays</i> L.
	Melón	<i>Cucumis melo</i> L.
	Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
	Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.
	Pimentón	<i>Capsicum annuum</i> L.
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Miller	
Uva	<i>Vitis spp.</i>	
Malezas	Algodón de seda	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Aiton f.
	Alpargatero	<i>Alternanthera sp.</i>
	Brusca	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link
	Cardosanto	<i>Argemone mexicana</i> L.
	Coronilla	<i>Phylla nodiflora</i> (L.) Greene
	Cujicillo	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.
	Escoba, caseto	<i>Sida sp.</i>
	Ñongué	<i>Datura inoxia</i> Miller
	Parcha de culebra	<i>Passiflora foetida</i> L.
	Pata de gallina	<i>Chloris sp.</i>
	Pepino de monte	<i>Cucumis dipsaceus</i> Spach.
	Rodadera	<i>Salsola kali</i> L.
	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.
Verdolagón, tostón	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	

Cuadro 3. Número de muestras de suelo capturadas en los primeros 20 cm de profundidad, agrupadas por rangos de salinidad y posición geomorfológica (total = 185 muestras).

Conductividad eléctrica del extracto de la pasta (dS m ⁻¹)	Posición geomorfológica		
	Napa	Cubeta de desborde	Cubeta de decantación
< 2	16 (25)	19 (23)	1 (2)
2 – 4	25 (41)	41 (50)	12 (29)
4 – 8	17 (29)	22 (27)	24 (57)
> 8	3 (5)	0 (0)	5 (12)
Total	61 (100)	82 (100)	42 (100)

() Porcentaje dentro de cada posición geomorfológica.

Cuadro 4. Número de muestras de suelo capturadas entre los 20 y 40 cm de profundidad, agrupadas por rangos de salinidad y posición geomorfológica (total = 185 muestras).

Conductividad eléctrica del extracto de la pasta (dS m ⁻¹)	Posición geomorfológica		
	Napa	Cubeta de desborde	Cubeta de decantación
< 2	7 (11)	9 (11)	1 (2)
2 – 4	44 (72)	54 (66)	19 (45)
4 – 8	9 (15)	18 (22)	20 (48)
> 8	1 (2)	1 (1)	2 (5)
Total	61 (100)	82 (100)	42 (100)

() Porcentaje dentro de cada posición geomorfológica.

Cuadro 5. Valores promedios de salinidad en cada estrato, agrupados por posición geomorfológica.

Posición geomorfológica	Conductividad eléctrica del extracto de la pasta (dS m ⁻¹)	
	0 a 20 cm de profundidad	20 a 40 cm de profundidad
Napa	3,41 a	3,26 a
Cubeta de desborde	3,50 a	3,36 a
Cubeta de decantación	4,89 b	4,28 b

Valores seguidos por la misma letra representan grupos estadísticamente homogéneos según la prueba medias de Tukey

En el Cuadro 6 se especifican las sales contenidas en el extracto de la pasta de algunas muestras de suelo. El sulfato de calcio fue la sal predominante. Algunas muestras presentaron valores proporcionalmente altos de sulfato y cloruro de magnesio, a veces coincidentes con valores altos de cloruro y sulfato de sodio, guardando relación la composición salina del extracto de la pasta con la de las aguas subterráneas de la zona, excepto en lo concerniente al sulfato de sodio, sal ausente en las

aguas subterráneas, pero que puede formarse en el suelo una vez que el calcio del agua de riego reemplaza al sodio en el complejo de cambio.

En cuanto a sodificación cabe destacar que los valores altos de la relación de adsorción de sodio en el extracto de las pastas coincidieron en todos los casos con valores altos de salinidad y con predominio de sulfato de calcio. En consecuencia, dichos valores no parecen de cuidado desde el punto de vista de riesgos de dispersión de los suelos por sodio.

Cuadro 6. Composición salina del extracto de la pasta, para varios sitios de muestreo.

Muestra	Posición geomorfológica	CEe (dS m ⁻¹)	Sales y sus contenidos (mmol L ⁻¹)						
			Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	CaCl ₂
1	C. desborde	2,06	0,6	8,9	1,0	1,0	0	0	0
2	C. desborde	2,19	0,6	8,0	2,1	1,5	1,6	0	0
3	C. decantación	2,67	0,4	10,4	2,3	1,1	2,7	0	0
4	Napa	4,34	0,6	15,4	2,0	5,1	0	1,6	0
5	C. decantación	4,81	0,5	17,8	0	7,2	0	4,0	0,8
6	Napa	5,72	0,5	17,5	1,8	3,0	0	7,5	0
7	C. desborde	7,46	0,4	18,9	11,2	10,3	0	3,9	0
8	C. desborde	7,95	0,5	21,8	6,8	0	9,3	10,8	0
9	C. decantación	9,5	0,5	20,7	11,0	0	10,8	15,6	0

(CEe) Conductividad eléctrica del extracto de la pasta

Salinidad y calidad del agua

Las fuentes de agua más importantes en el valle de Quíbor son las aguas de escorrentía y las aguas subterráneas. Las primeras son de buena calidad pero su disponibilidad depende fuertemente de cómo sea el período lluvioso previo a la siembra. Por el contrario, las aguas

subterráneas son las más seguras pero también las más salinas, de manera que su uso frecuente podría acelerar el proceso de salinización. En el Cuadro 7 se aprecia la composición salina de muestras de agua capturadas en las principales quebradas y en distintos pozos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

Cuadro 7. Composición salina de aguas superficiales y subterráneas del valle de Quíbor y requerimientos de lavado, asumiendo un nivel de salinidad en el suelo superficial de 2 dS m^{-1} en el extracto de la pasta.

Fuente de agua	CEr (dS m^{-1})	Fl	Sales y sus contenidos (mmol L^{-1})						
			Ca(HCO_3) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	CaCl ₂
Qda. Botucal	0,50	0,11	9,5	0,8	0,8	0,2	0,1	0	0
Qda. Guardias	0,47	0,11	8,5	0,9	0,3	0,7	0	0	0
Qda. Barrancos	0,44	0,10	0,7	0,4	0,8	0,5	0	0	0
Qda. Atarigua	0,85	0,19	1,5	1,9	0,6	0,4	0	0	0
Pozo 6070122	0,75	0,17	1,9	1,2	0,7	0,3	0	0,1	0
Pozo 6070130	0,83	0,19	1,8	1,4	0,8	0,4	0	0,3	0
Pozo 6071007	0,92	0,22	2,8	1,3	0,2	0,6	0	0,3	0
Pozo 6070049	1,11	0,26	2,1	2,3	0,9	0,6	0	0	0
Pozo 6070121	1,50	0,35	2,9	1,6	2,4	0,8	0	0,2	0
Pozo 6070036	1,65	0,39	2,0	5,4	0	0,3	0	1,3	0,4
Pozo 6170047	2,07	0,47	3,7	3,0	1,5	0,5	0	1,5	0
Pozo 6170037	2,31	0,47	3,3	4,9	3,9	0,8	0	1,5	0
Pozo 6171009	3,03	0,47	2,9	10,1	0,2	2,3	0	1,5	0

(CEr) Conductividad eléctrica del agua de riego

(Fl) Fracción de lavado calculada con la propuesta de Villafañe y Guarisma (1998)

Todas las muestras de agua señaladas en el Cuadro 7 contienen sulfato de calcio, lo que reduce los riegos de sodificación. En cuanto a salinidad, como los cultivos sembrados en el valle son sensibles a la salinidad, puede considerarse el valor de 2 dS m^{-1} de conductividad eléctrica en el extracto de la pasta como el límite permisible en el suelo superficial. Por encima de ese valor el cultivo podría sufrir mermas importantes en el rendimiento. Observando nuevamente el Cuadro 7 se aprecia que las aguas con una conductividad eléctrica superior a 1 dS m^{-1} exigirían una fracción de lavado difícil de implementar por la razón siguiente: Los suelos tienen limitaciones para la percolación profunda excepto aquellos que son permeables (Zinck y Suárez, 1970). En consecuencia, valores de fracción de lavado superiores a 0,25 son impracticables bajo las condiciones predominantes de drenaje en los suelos del valle. Para ilustrar con un ejemplo, una fracción de lavado (Fl) de 0,26 indica que además de reponer con el agua de riego la cantidad evapotranspirada por el cultivo, habría que considerar una infiltración extra de agua en el suelo de 35 % para lavar sales y mantener la salinidad del suelo a un nivel igual o inferior al preestablecido. Si la Fl fuera 0,47 (caso de los tres últimos pozos del Cuadro 7) el porcentaje

extra se elevaría a 89 %. La imposibilidad práctica de implementar láminas de drenaje altas podría conducir a un proceso acelerado de salinización en aquellos lugares donde el riego se realiza predominantemente con aguas subterráneas salinas ($\text{CEr} > 1 \text{ dS m}^{-1}$). No obstante, la abundancia relativa de tierras con relación a las disponibilidades de agua favorece la práctica casi generalizada de descanso de los suelos, lo cual ha evitado su uso intensivo y en consecuencia, su salinización progresiva.

CONCLUSIONES

La salinidad encontrada en el suelo superficial está asociada a las condiciones generales de drenaje de los suelos y a la salinidad de las aguas subterráneas utilizadas para riego.

El proceso de salinización secundaria ha sido menos acelerado de lo previsto con la calidad de las aguas subterráneas disponibles, por la práctica generalizada de descanso de los suelos, favorecida por la desproporción entre la abundancia de tierras regables y la escasez de aguas para riego. Otros factores que coadyuvan son aquellos relacionados con la mejora de la infiltración, tales como la aplicación de abonos orgánicos y el laboreo profundo.

LITERATURA CITADA

1. Ayers, R. y D. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje 29. Roma, Italia. 174 p.
2. Dappo, F. 1975. La salinidad de los suelos del valle de Quíbor. FUDECO. Barquisimeto, Venezuela. 17 p.
3. Pla, I. 1969. Metodología de laboratorio recomendada para el diagnóstico de salinidad y alcalinidad en suelos, aguas y plantas. Instituto de Edafología. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 117 p.
4. SHYQ. 1995. El uso del agua en el valle de Quíbor. Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor. Barquisimeto, Venezuela. 69 p.
5. USSLS. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. USDA. Handbook 60. Washington DC., USA. 160 p.
6. Villafañe, R. y R. Guarisma. 1998. Propuesta para calificar y manejar el agua de riego según su salinidad. Agron. Trop. 48: 251-273.
7. Zinck, A. y C. Suárez. 1970. Depresión de Quíbor - estado Lara. Estudio edafológico y de clasificación de tierras con fines de riego semidetallado. Informe de avance. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Obras Hidráulicas. Barquisimeto, Venezuela. 115 p.
8. Zinck, A. y C. Suárez. 1972. Consideraciones de salinidad y alcalinidad en la Depresión de Quíbor, estado Lara. Agron. Trop. 22: 405-428.