

las quenopodiáceas y algunas gramíneas como los sorgos o mijos y hasta umbelíferas como zanahoria y cilantro si hay oportunidad hay que aplicar de vez en cuando abonos verdes o estercoladuras y en cinco años obtendremos un suelo normal (3).

En lo que respecta a la recuperación de suelo salino es importante conocer el grado de costeabilidad de esa recuperación por que estudios realizados nos indican que en un suelo donde la sal se localice a más de 30 cm de profundidad la inversión en lo que azufre y yeso se requiere; no conviene porque las sales de los horizontes inferiores tendrán que aflorar continuamente en la superficie y el lavado de suelos no resolvería el problema.

Cuando se observe en un suelo características físico-químicas, que denoten problemas de sales, se recomienda hacer el primer análisis en la superficie, el segundo a -30 cm como suelo, otro análisis a los 40 y 60 cm etc, pero recordar que si a más de 30 cm encontramos sales será más práctico buscar plantas halófitas que nos den una escasa producción y no invertir en la recuperación.

La cantidad de yeso y azufre que se vaya a emplear se determina empleando un gramo de suelo cuya salinidad o alcalinidad se neutraliza con los mejoradores y bastará sacar una proporción de la siguiente manera: 1 gramo o un kg. de tierra disuelto en agua destilada se neutralizaron con X cantidad de azufre, yeso o cualquier mejorador como X volumen de tierra a una profundidad de 30 cm que es lo que se considera agrícolamente costeable, por lo tanto en una ha. emplearemos la cantidad que la proporción nos indique (la cantidad de neutralizador nos la va a proporcionar un laboratorio cuando el trabajo se desea que sea preciso).

### 3. - MATERIALES Y METODOS

Los trabajos se iniciaron en la parte centro del Estado con estrecha colaboración del Distrito SARH de Apodaca (Fig 2), se efectuaron intensos muestreos de suelo en las zonas de Pesquería y Ramones N. L. Los análisis de las muestras se efectuaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía. Se determinó pH, conductividad eléctrica, sodio, calcio y magnesio en muestras que se tomaron de 0-30 cm de profundidad para esta primera etapa de muestreo. Las muestras se tomaron de las zonas afectadas con sales que estaban en terrenos abandonadas o que sus rendimientos eran muy bajos por causa de los altos niveles de salinidad. También se identificó la vegetación que estaba presente en las zonas de muestreo.

La técnica que se siguió para la toma de muestras fue la propuesta por Palacios (1974), el cual menciona que la metodología de muestreo de suelos salinos ó sea la definición de la secuencia, el método de muestro, tamaño de muestra y desde luego procesamiento ulterior a la misma, se establece básicamente en función de los objetivos de estudio y de la precisión requerida y recursos disponible, así como también del grado de variabilidad de la salinidad (15, 16). La fecha de inicio de los muestreos fue en abril-julio de 1990, se seleccionó esta época por la escasa precipitación, lo cual nos permitió detectar con mayor facilidad las manchas salinas sobre el terreno. Los niveles de conductividad eléctrica que se sugirieron para efectuar nuestra clasificación estuvieron en función de la literatura y de los niveles que esperábamos observar en el muestreo de campo. En el Cuadro 4 se presentan los rangos seleccionados para la clasificación de campo, cabe aclarar que la tolerancia a sales para la mayoría de los cultivos en condiciones de campo se encuentra en 4 mmhos/cm (12, 13, 21).

Cuadro 4. - Rangos de Conductividad Eléctrica (C. E.) usados para delimitar los suelos con problemas de sales.

C. E. en mmhos cm a 25 C	Clasificación Agronómica
0-2	Libre de sales
2-4	Moderadamente salino
4-6	Fuertemente salino
16 o más	Extremadamente salino

El número de muestras que se tomó por cada sitio fue variable de acuerdo a la información cartográfica revisada, pudiendo variar según el área ocupada por la mancha salina del sitio muestreado. Las muestras se caracterizaron de acuerdo a su sitio de origen, donde se levanto la siguiente información: Fecha de muestreo, Coordenadas del sitio de muestreo, Número del lote de acuerdo a catastro rural, Último cultivo que se sembró, Fecha en que se cosechó, Rendimientos obtenidos, Textura del suelo al tacto, Posición del perfil del terreno, Calidad del agua de riego. El número total de muestras en Pesquería fue 55 y en Ramones 35. (8)

La Conductividad Eléctrica fue el criterio fundamental para definir las fronteras de los niveles de salinidad propuesta para



#### 4. - RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 5 se puede observar algunos de los datos tomados de las zonas de Pesquería y Ramones, de acuerdo a los muestreos programados. En los sitios que fueron muestreados se pudo observar que el ritmo de la evaporación era más lenta dejando una solución salina saturada, y finalmente eflorescencias salinas sobre la superficie, esto concuerda con lo expuesto por Russell (1968) el cual menciona que "un suelo que tiene una solución salina concentrada, tarda más en evaporarse, lo cual permite que la solución salina ascienda durante un tiempo mayor a la superficie que si no hubiera sales" (14).

Los propietarios de los lotes afectados comentaron que una vez que se han formado las manchas salinas en el suelo, estas crecen a expensas del suelos colindante, en vez de dispersarse sobre una área grande la pequeña mancha salina, tendiendo a incrementarse la concentración en las partes más bajas, por lo que es de esperarse que la nivelación es de gran importancia, para aminorar este problema.

Cuadro 5. -Resultados de salinidad de acuerdo a los muestreos de campo, para la zona de Pesquería y Ramones N.L. 1990.

Pesquería				
Sitios	pH	C. E.	P. O.	P. S. I.
1	7.4	90	35	16
2	7.5	85	32	20
3	7.6	38	15	19
4	7.9	30	11	15
Ramones				
1	7.3	95	34	23
2	8.2	84	32	23
3	8.0	72	26	21
4	7.9	45	16	18

pH = Potencial hidrógeno ; C. E. = Conductividad Eléctrica mmhos/cm  
P. O. = Presión Osmótica en bares ; PSI = Por ciento de Sodio Intercambiable.

En los sitios muestreados se pudo observar que los niveles de salinidad son extremadamente altos como para poder permitir la producción de cultivos. Esta es una primer aproximación del nivel de salinidad de la zona, pues se dio más énfasis a la parte agrícola faltando por muestrear las partes no agrícolas (zonas de pastoreo y monte abierto).

Los suelos afectados por sales en Pesquería tienen una altitud entre 250-260 msnm y en su mayor parte son planos. Las sales han aflorado del subsuelo, y se han acarreado por el agua contaminada que se usa del Río Pesquería y del Arroyo el Ayancual, el cual a su vez recibe descargas de agua contaminada de la refinera de PEMEX de Cadereyta N. L. Los suelos predominantes son Xerosoles

lúvicos y en menor proporción calcáreos, otra unidad de suelo que se presenta es la Rendzina petrocálcica y Vertisol crómico que es donde se encuentran los suelos más afectados por las sales (Fig 3)

En Ramones los suelos más afectados por sales se encuentran entre los 190-210 msnm, ubicados entre la cabecera municipal, San Antonio y La Reforma. Los riegos se efectúan principalmente con aguas del Río Pesquería y al final de la zona de riego se unen estas aguas con las del Arroyo el Ayancual. Geológicamente los suelos son aluviones o sea suelos acarreados por el agua y desde el punto de vista edafológico los suelos afectados por sales son Xerosales cálcicos y lúvicos y las partes más afectadas Fluvisoles calcáricos (Fig 4).

Cuadro 6. -Vegetación observada en las zonas afectadas por sales en los municipios de Ramones y Pesquería N.L. 1990

Nombre Común	Nombre Técnico
Saladilla	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i> L.
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i> L.
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i> L.
Polocote	<i>Heliantus annuus</i> L.
Rodadora	<i>Salsola kali</i> L.
Rompe viento	<i>Tamarix gallica</i>
Chaparro amargoso	<i>Castela texana</i>
Granjeno	<i>Celtis spinosa</i> var. <i>pallida</i>
Trompillo	<i>Solanum eleagnifolium</i>
Zacate álbum	<i>Sorghum</i> sp.
Zacatón alcalino	<i>Sporobolus airoides</i>
Zacate tobozo	<i>Hilaria mutica</i>
Guayacan	<i>Porteria angustifolia</i>
Palo verde	<i>Cercidium floridium</i>
Nopalillo cegador	<i>Opuntia microdasys</i>
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastra</i>

La superficie que más fuertemente se encuentra afectada con sales en Pesquería es de 430.57 ha esto en diferentes grados de salinidad siendo 299.53 de 2-4 mmhos y 131.04 de 4-25 mmhos y en Ramones 232.96 de 2-4 mmhos y 384.80 de 4-25 mmhos dando en este primer muestreo 520 ha dentro de la parte agrícola (Fig 3). De acuerdo a la información proporcionada por la SARH la superficie de tipo agrícola que se sembró en Pesquería fue de 4001 ha. y para Ramones de 2454 ha. durante 1989 esto nos da una idea de la proporción del problema, pues el área afectada con sales es relativamente grande para ambos municipios, siendo el municipio de Ramones el más afectado proporcionalmente (Fig 4).

La vegetación preponderante en estas áreas se puede ver en el Cuadro 6, se identificaron las especies de acuerdo a su presencia, al momento en que se efectuaron los muestreos de suelo (1, 4, 5).

