

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

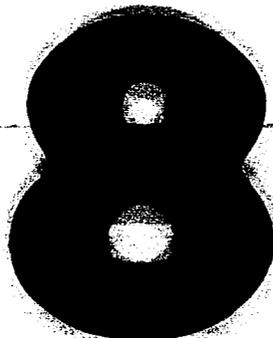
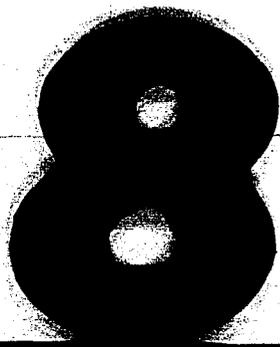
*“Estudio Químico para Mejorar unas
Tierras Alcalinas”*

TESIS
que para su examen profesional de
QUIMICO
presenta

Elvira Avalos Lemus

MEXICO, D. F.

1950





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres.
Sr. FRANCISCO AVALOS HERNANDEZ
y
Sra. GILDA LEMUS DE AVALOS
Con gratitud y cariño.

*A mi cuñada Carmen
y a mis sobrinos.*

*A la memoria de
mis abuelitos.*

A mis amigos y compañeros.

A mis maestros, con respeto.

A mis hermanos:

AUGUSTO

Ma. del CARMEN

FRANCISCO

ARTURO

BERTHA

RAUL

Siendo la agricultura una de las fuentes principales de vida en México, me permito presentar este trabajo esperando sea de alguna utilidad para la misma.

CONTENIDO

CAPITULO:—

- I.—Descripción del suelo.
- II.—Análisis de la tierra.
- III.—Tratamiento con H_2SO_4 , fertilización y siembra.
- IV.—Análisis comparativo de dos zonas tratadas.
- V.—Análisis del agua de riego y de filtración a través de los terrenos.
- VI.—Conclusiones.

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL SUELO.

El suelo es arcilloso y presenta todas las características de éste, es decir, de textura fina que forma terrenos muy duros cuando está seco y es plástico y pegajoso cuando está húmedo. Si se calienta mucho la superficie ésta se contrae, no sucediendo lo mismo con las capas interiores que se conservan húmedas y la misma temperatura; de esta desigual contracción resultan grietas que pueden notarse en el terreno.

Los suelos arcillosos provienen de la disgregación de las rocas de las montañas graníticas los que están compuestos de feldespato, cuarzo y mica, resultando de esta disgregación silicatos de aluminio.

Para este estudio solamente se tomará en cuenta la parte química del suelo.

La reacción ácida o alcalina del suelo tiene relación con el rendimiento de las diversas cosechas y llega a determinar la posibilidad de producirlas en un terreno dado.

En este caso se trabajará una tierra muy alcalina, la del Rancho "Sierra Hermosa", Municipio de Ozumbilla, Estado de México, con el objeto de mejorarla.

No tenemos un suelo ideal de referencia ya que las necesidades de las plantas dependen de ellas mismas y la constitución del suelo es muy variada; en general podemos decir que es mejor tener un pH neutro ya que un valor para éste igual con 7.8 es

perjudicial para las plantas y los valores mayores como sucede en estas tierras es francamente nocivo.

Los elementos fertilizantes, N, P, K, debe nexistir en todo suelo que trate de cultivarse, una deficiencia o ausencia de ellos se traduce en mal rendimiento de las cosechas.

Se comprende fácilmente que un pH es también perjudicial a las plantas, pero ésto no es el caso que nos ocupa.

CAPITULO II

ANALISIS DE LA TIERRA.

Para ésto se tomó una muestra general y a una profundidad de 0 a 30 centímetros, el muestreo se hizo con pala, por medio de un corte vertical hasta la profundidad indicada y se cortó una pequeña tajada de arriba a abajo, en seis diferentes puntos se tomó una muestra parecida y toda junta se separó por cuarteos diagonales, se secó al aire y después de triturlarla se pasó por un tamiz de 2 mm.

A la muestra así preparada se le hicieron las siguientes determinaciones:

Humedad	9.95 %
Pérdida por calcinación	4.3 %
Na ₂ CO ₃	0.377% en muestra seca.
NaHCO ₃	0.809% en muestra seca.
SO ₄	0.068%
SiO ₂	56.21 %
Cl	0.0680%
Ca	4.831%
Mg	2.96 %
P ₂ O ₅	600 p.p.m.
N Total	0.6399%

Los métodos usados para los análisis fueron los siguientes:

El carbonato y bicarbonato de sodio se cuantaron por el método de Warder.

El SiO_2 se determinó por evaporaciones con HCl concentrado.

Los sulfatos se precipitaron con BaCl_2 , el calcio con oxalato de amonio y el Mg con fosfato disódico, se calcinaron determinándose gravamétricamente como BaSO_4 , CaCO_3 y $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, respectivamente.

Los cloruros se titularon con solución 0.1 N de AgNO_3 .

El K se precipitó con HClO_4 que se pesó y calculó como K_2O .

Para la determinación de P_2O_5 se usó el método descrito por A.O.A.C. para la determinación de P_2O_5 en los fertilizantes.

También para el N se usó el método del A.O.A.C. descrito para N total en suelos.

Para los carbonatos se utilizó una extracción con agua, así como para los cloruros.

Para sulfatos, calcio, Mg. y K, la extracción se hizo con clorhídrico.

El P_2O_5 se extrae con una solución que contenga 1.5 c. c. de HNO_3 y 2 c.c. de HCl diluida a 200 c.c.

CAPITULO III

TRATAMIENTO CON H_2SO_4

Por la topografía del terreno se hizo necesario hacer pequeñas parcelas de aproximadamente 12 x 26 metros para así poder entarquinar bien.

El ácido se levó a la entrada del agua de riego y se sifoneó calculando que se terminara cuando se habia formado sobre la parcela una capa de agua de 10 centímetros de altura.

Se trata con esto de efectuar en el suelo la reacción siguiente:
 Na_2CO_3 más H_2SO_4 Na_2SO_4 más CO_2 más H_2O

En cada una de las parcelas se determinó después del tratamiento la cantidad de Na_2CO_3 y $NaHCO_3$ así como el pH. Las muestras se hicieron siempre de 0 a 30 cms.

El ácido se aplicó a razón de 2 toneladas por hectárea.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DESPUES DEL TRATAMIENTO.

TABLA No. 1

Nc. Muestra	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	pH
1	0.980	0.256	8.60
2	0.016	0.442	8.52
3	0.063	0.280	7.74
4	0.020	0.346	8.60
5	0.574	0.272	9.26
6	0.012	0.375	9.20

No. Muestra	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	pH
7	0.045	0.200	9.22
8	0.045	0.000	9.10
9	0.045	0.216	8.51
10	0.021	0.359	8.70
11	0.114	0.171	9.04
12	0.118	0.118	9.15
13	0.021	0.386	8.90
14	0.098	0.329	9.17
15	0.056	0.267	9.02
16	0.021	0.316	9.18
17	0.089	0.264	8.90
18	0.038	0.000	9.34
19	0.039	0.158	9.42
20	0.070	0.193	8.50
21	0.074	0.078	9.45
22	0.014	0.325	9.45
23	0.058	0.248	8.98
24	0.042	0.135	8.50
25	0.020	0.115	9.03
26	0.020	0.357	9.12
27	0.183	0.290	8.78
28	0.114	0.210	9.72
29	0.093	0.182	9.35
30	0.094	0.224	9.25

Estas muestras se tomaron 5 días después de la aplicación de ácido.

Para tener un punto de comparación pongo a continuación los datos obtenidos de muestras tomadas antes del tratamiento que no están tomadas precisamente en los mismos lugares pero nos dan una idea de como varió la capa superficial.

El número de muestra en la tabla anterior es el correspondiente al No. de parcela. En la tabla siguiente cada muestra corresponde a más o menos 4 parcelas.

No. Muestra	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	pH
1	0.305	1.210	8.80
2	0.343	0.990	9.05
3	0.256	1.420	8.81
4	0.315	1.080	8.88
5	0.323	1.190	8.70
6	0.300	1.400	8.45
7	0.270	0.790	9.05
8	0.291	0.636	8.92
9	0.144	0.420	8.60
10	0.184	0.219	8.83
11	0.223	0.443	8.50
12	0.316	0.626	8.76

Como puede verse los carbonatos y bicarbonatos sufrieron una baja considerable mientras que el pH permaneció, podríamos decir, igual ya que hay que tomar en cuenta la diferencia de lugares.

Después de la aplicación de ácido se procedió a fertilizar para sembrar las parcelas, el fertilizante empleado fué una mezcla de sulfato de amonio, superfosfato, cloruro de potasio y yeso en las siguientes proporciones:

(NH ₄) ₂ SO ₄750	Tons.	por	Hec.
Superfosfato940	"	"	"
KCl100	"	"	"
Yeso200	"	"	"

Entonces se emplearon 2.000 toneladas por hectárea de fertilizante que igual que el ácido se vaciaron a la entrada del agua a la parcela.

El superfosfato es un abono que se conoce también en el comercio con el nombre de fosfato de ácido.

Proviene esta substancia de tratar los huesos o los fosfatos minerales (apatita, fosferita, etc.) con el H₂SO₄, el cual transforma el fosfato tricalcico inasimilable de los primeros, en fosfato monocalcico soluble en el agua y directamente utilizable por las plantas. Contienen de 16 a 18% de fósforo asimilable.

Sulfato de amonio.—Esta sal contiene alrededor de 20% de nitrógeno y se emplea como abono nitrogenado en lugar del nitrato de Chile.

Su acción no es tan inmediata como el nitrógeno y esto se debe a que tiene que transformarse a nitrato por el fenómeno de la nitrificación antes de ser absorbido por las plantas lo cual no requiere mucho tiempo.

Se obtiene como subproducto en la destilación de la hulla.

Tiene además la propiedad de ocasionar la acidéz de la tierra cuando se usa frecuentemente y en grandes cantidades, pero el empleo de tales cantidades es antieconómico.

El yeso proporciona a la tierra gran cantidad de Ca, se emplea mucho como fertilizante en los terrenos alcalinos pero produce buenos resultados en tierras que no tienen una cantidad tan grande de carbonatos.

El KCl se agregó con objeto de adicionar K al suelo ya que éste es uno de los elementos fertilizantes de gran importancia.

Con la misma humedad que quedó de agregar el fertilizante se procedió a sembrar.

10 días después de haber sembrado se tomaron nuevas muestras y se encontraron los siguientes datos:

TABLA No. 3

No. Muestra	Na_2CO_3	NaHCO_3	pH
1	0.160	0.616	8.30
2	0.140	0.840	8.70
3	0.076	0.969	8.85
4	0.088	0.820	8.20
5	0.120	0.880	8.75
6	0.085	0.780	8.78
7	0.155	0.986	9.07
8	0.212	0.586	8.80
9	0.361	0.910	8.96
10	0.309	0.860	8.86
11	0.003	0.730	9.00
12	0.023	0.515	8.05
13	0.140	0.780	8.64
14	0.150	1.010	8.66
15	0.052	0.553	8.50
16	0.190	1.000	8.45
17	0.025	0.885	8.72

No. Muestra	Na_2CO_3	NaHCO_3	pH
18	0.145	0.680	8.65
19	0.190	1.000	8.43
20	0.035	0.136	8.45
21	0.027	0.780	8.68
22	0.330	1.000	8.86
23	0.106	0.910	8.55
24	0.029	1.000	8.36
25	0.152	0.910	8.22
26	0.166	0.720	8.20
27	0.021	0.890	8.25
28	0.064	0.923	8.50
29	0.318	0.974	9.20
30	0.226	0.445	8.80

Se nota que ha habido un ligero aumento en la cantidad de Na_2CO_3 y NaHCO_3 .

Si sacamos un dato promedio de los carbonatos en la tabla No. 1 y en la No. 3, encontramos para la una un valor igual a 0.104% de Na_2CO_3 y para la No. 3 un valor de 0.1366%, pero si comparamos los datos de los bicarbonatos vemos que éstos tienen una gran diferencia, los de la tabla 1 nos dan un valor medio de 0.23% y los de la tabla 3 de 0.743%.

Se nota un incremento en los carbonatos y uno más grande en los bicarbonatos; esto se debe a que las sales tienden siempre a subir a la superficie, principalmente cuando baja la humedad.

Veinte días después de la siembra se tomaron muestras y se les hicieron las mismas determinaciones que a las anteriores; el resultado promedio de carbonatos es igual a 0.206% y el de bicarbonato es 0.643%.

Como se ve, los carbonatos han seguido aumentando en el pH se nota también un ligero incremento.

Con el objeto de ver la variación de carbonatos a las distintas profundidades se hicieron dos pozos y se tomaron las muestras siguientes:

POZO No. 1

No. Muestra	Profundidad	pH	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
1	30	9.05	0.344	0.00
2	60	9.38	0.342	0.00
3	90	9.40	0.212	0.00

POZO No. 2

No. Muestra	Profundidad	pH	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
1	30	9.20	0.286	0.00
2	60	9.00	0.262	0.00
3	90	8.82	0.212	0.00
4	120	9.05	0.227	0.00
5	150	9.00	0.159	0.00

Los carbonatos van disminuyendo con la profundidad y los bicarbonatos no existen, pero la capa alcalina es tan grande que resulta imposible neutralizarla.

Podemos decir entonces que estas sales seguirán subiendo y acumulándose en la superficie.

Para saber si en realidad pasa esto se llevó durante dos meses un control diario de Na₂CO₃, NaHCO₃, pH y humedad, tomando siempre las muestras de la misma parcela y a la misma profundidad, esto es; en la superficie, a 15 y a 30 cms..

Las variaciones fueron más o menos como sigue:

MUESTRAS EN LA SUPERFICIE

Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Humedad	pH
0.118	0.47	9.0	9.00
0.134	0.647	36.6	8.85
0.112	0.667	19.2	8.82
0.105	0.510	7.3	8.61
0.044	0.340	32.7	8.60
0.000	0.780	48.2	8.58
0.101	0.506	32.6	9.30
0.022	0.355	19.0	7.86

Nc. Muestra	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	pH
0.084	0.790	31.1	8.10
0.020	0.398	18.2	8.12
0.184	0.543	36.9	8.50
0.186	0.708	40.6	8.68
0.032	0.839	35.1	8.05
0.052	0.655	34.3	8.72
0.228	0.903	29.9	8.78
0.071	0.902	16.7	7.68
0.118	1.120	47.6	8.78
0.070	1.180	17.2	7.60
0.211	0.836	44.7	8.52
0.091	0.836	53.0	8.28
0.320	1.270	40.6	8.72
0.319	1.140	42.2	8.02
0.134	1.160	43.2	8.58
0.129	1.330	49.8	8.28
0.334	0.799	38.2	8.20
0.352	1.330	38.5	8.18
0.366	1.030	47.4	8.63
0.254	1.100	38.7	8.40
0.255	1.210	27.7	8.60
0.253	1.600	19.2	8.26

MUESTRAS A 15 Cms. de PROFUNDIDAD

Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Humedad	pH
0.109	0.430	30.2	8.95
0.170	0.540	36.3	9.00
0.121	0.609	32.6	9.40
0.173	0.611	32.0	9.81
0.073	0.760	37.4	8.57
0.040	0.460	35.4	8.75
0.160	0.249	29.8	8.84
0.211	0.260	29.1	9.08
0.137	0.705	33.2	8.80
0.014	0.570	34.3	8.98
0.258	0.436	57.2	9.02
0.217	0.861	35.4	9.42

No. Muestra	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	pH
0.100	0.873	36.9	8.78
0.299	0.690	35.3	8.89
0.191	0.747	32.1	8.92
0.430	1.220	32.8	8.72
0.069	1.410	28.6	8.82
0.319	0.841	39.6	9.60
0.334	0.790	41.1	9.08
0.197	1.010	36.3	9.30
0.346	0.823	37.5	8.92
0.308	1.090	37.4	8.76
0.229	0.907	41.0	8.80
0.397	0.951	2805	8.85
0.459	1.090	39.2	9.00
0.366	0.890	34.6	8.75
0.390	0.842	36.5	9.20
0.351	1.480	47.3	9.43
0.305	0.845	37.4	9.00

MUESTRAS A 30 Cms. de PROFUNDIDAD

Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	Humedad	pH
0.111	0.590	31.1	9.06
0.161	0.569	32.9	9.07
0.115	0.349	35.5	9.34
0.127	0.680	33.9	9.14
0.066	0.520	38.9	8.54
0.105	0.450	36.8	8.82
0.151	0.531	33.5	9.18
0.379	1.150	38.2	9.20
0.292	0.836	36.0	8.70
0.013	0.628	42.6	8.86
0.213	0.411	34.9	8.90
0.403	0.342	34.1	9.05
0.230	1.220	32.5	9.08
0.304	0.531	27.2	9.10
0.434	0.945	35.8	9.26
0.369	0.683	33.5	8.92
0.290	0.921	34.8	8.74

No. Muestra	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	pH
0.265	1.360	31.4	8.88
0.342	0.588	40.4	9.40
0.282	0.905	48.0	8.95
0.261	1.570	42.1	9.22
0.372	0.880	38.0	9.02
0.277	0.860	35.5	9.22
0.241	0.990	42.2	8.77
0.397	0.880	36.5	9.00
0.317	0.923	38.9	8.98
0.297	0.825	36.0	8.82
0.424	0.448	33.5	8.65
0.392	1.030	47.9	9.13
0.315	0.874	33.9	9.08

CAPITULO IV

Análisis comparativo de dos zonas tratadas.

Observando cualquier suelo alcalino se notan lo que los agricultores llaman manchones, partes en que crece y partes en que no crece la siembra; en nuestro terreno en estudio se notan claramente esos manchones, las plantas en tierras tratadas, están así muy crecidas en partes y chicas en otras por esta razón hice análisis de dos zonas de una misma parcela, una en la que la cebada, en este caso, ha crecido normalmente y la otra en la que no creció más de 20 cms.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tierra en que la cebada creció bien.

Humedad	7.22 %
Pérdida por calcinación	4.36 ..
Cl	0.07 ..
SO ₄	0.222 ..
SiO ₂	58.75 ..
Na ₂ CO ₃	0.172 ..
NaHCO ₃	0.499 ..
Ca	5.296 ..
Mg	3.54 ..
P ₂ O ₅	0.050 ..
N total	0.153 ..
K ₂ O	0.207 ..
pH	8.35 ..

Tierra en que no creció la cebada.

Humedad	8.16 %
Pérdida por calcinación	4.47 ..
Cl	0.082 ..
SO ₄	0.156 ..
SiO ₂	54.30 ..
Na ₂ CO ₃	0.523 ..
NaHCO ₃	1.42 ..
Ca	4.671 ..
Mg	3.54 ..
P ₂ O ₅	0.062 ..
N total	0.096 ..
K ₂ O	0.213 ..
pH	8.16 ..

Como se ve el factor del mal desarrollo de la cebada son los carbonatos y bicarbonatos que en esta última tierra se encuentran en gran cantidad.

Podemos decir entonces que los "manchones" en la clase de suelos que nos ocupa son lugares en los que los carbonatos se han acumulado en una concentración tal, que es imposible que pueda soportarla las plantas.

Los elementos fertilizantes están más o menos en las mismas proporciones en las dos zonas, no se puede pues atribuir a falta de ellos el mal desarrollo en la zona mala.

En agricultura se llama álcali blanco al Na₂SO₄ q álcali negro al Na₂CO₃, una tierra buena no debe contener ninguno de estos álcalis, es decir el por ciento debe ser de 0.00 tanto de uno como de otro.

La toxicidad del álcali blanco es relativamente baja en comparación con la del álcali negro que es muy grande, tanto uno como otro existen en proporciones variables, pero siempre grandes en las tierras que fueron el vaso del lago de Texcoco y sus alrededores a los que pertenece el suelo a que me refiero.

Las zonas con mayor concentración de carbonatos son las más bajas, debido probablemente a la acumulación del agua que corriendo sobre el suelo disuelve parte de sales que deposita al evaporarse.

Esto puede aplicarse en la superficie, pero en realidad la distribución de las sales es tan irregular que difícilmente se puede tener en el laboratorio una muestra general de un terreno que nos represente exactamente todo el suelo.

Se puede decir sin cometer un error que las partes con gran concentración de sales están precisamente sobre capas de esta naturaleza, esto es debido a que dichas sales tienden a subir por capilaridad, como las partículas del suelo dejan entre sí intersticios llenos de aire, constituyen canales capilares más o menos sinuosos pero de un diámetro bastante chico para que en ellos se realice tal fenómeno.

Toda preparación del suelo que tienda a mullir la tierra, disminuye, aproximadamente unos a otros los elementos que constituyen, el diámetro de estos conductores capilares y determina un ascenso más activo del agua de las capas profundas, en suelos ricos en sales solubles, esta ascensión del agua se hace llevando en solución gran cantidad de sales.

Las pérdidas de agua por filtración son mucho mayores en suelos no labrados, porque la capilaridad no ejerce en ellos su acción compensadora.

Durante un mes, un suelo arcilloso no labrado puede perder, a una profundidad de 90 cms., la considerable cantidad de 74 toneladas por hectárea.

La cantidad de agua que asciende es tan grande que en algunas partes es suficiente para subvenir las necesidades de las plantas cultivadas durante los periodos de sequedad.

Las arcillas retienen energicamente el agua.

De acuerdo con esta acción capilar, es claro observar que la evaporación del agua de la superficie facilitará más este fenómeno originando así que las sales que contenían queden en la superficie, a esto se debe probablemente la concentración mayor que existe en la superficie de las tierras cuando éstas están secas y que pudo comprobarse por el control diario del que ya hablamos.

Se sabe que un terreno arcilloso que contenga K, Ca y Mg ofrece a los vegetales los principios nutritivos necesarios para su existencia.

Desde el punto de vista químico, las diversas arcillas no presentan ninguna diferencia, es preciso reconocer que, en concepto agrícola, se pueden distinguir, con relación a su influencia en la

textura de los suelos, dos formas diferentes, la "arcilla coagulada" y la "arcilla coloide"; depositándose la primera en el fondo del vaso y enturbiando solamente la otra el agua que lo contiene.

El Ca disuelto es el que mantiene a la arcilla en estado coagulado, en la que es fácil la penetración del aire y del agua del suelo.

CAPITULO V.

ANALISIS DEL AGUA DE RIEGO Y DE FILTRACION A TRAVES DE LOS TERRENOS.

Se ha extendido mucho el procedimiento de lavar las tierras cuando éstas son alcalinas basándose en la gran solubilidad del Na_2CO_3 .

Para ésto se entarquina con una capa gruesa de agua y se deja por varios días, después se le da salida al agua o bien se deja filtrar a través de los terrenos haciéndola salir por medio de drenes construídos especialmente para este objeto.

Para determinar qué tan eficaz puede resultar ésto, hice análisis del agua de riego y del agua que se filtró por los terrenos tratados. En el agua de riego y con el fin de tener una idea más o menos del agua con que estamos tratando, hice las siguientes determinaciones:

Cloruros	21.2	p.p.m.
Calcio	21.22	p.p.m.
Magnesio	43.04	p.p.m.
Sulfatos	27.79	p.p.m.
Carbonatos	no hay	
Bicarbonatos	453.6	p.p.m.
SiO_2	26.0	p.p.m.
Sólidos totales	570.0	p.p.m.
pH	8.18	p.p.m.

En el agua de filtración solamente analicé sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos con los resultados que se expresan:

Cloruros	46.2	p.p.m.
Sulfatos	104.17	p.p.m.
Carbonatos	53.0	p.p.m.
Bicarbonatos	462.0	p.p.m.

Puede verse que la concentración de sales es mayor después de la filtración aunque no en el porcentaje que se esperaba, el PH en esta agua es de 8.57.

Para estos análisis se siguieron los mismos métodos descriptos para las tierras, exceptuando naturalmente las extracciones y tomando volúmenes medidos para cada uno de ellos.

Un fenómeno que puede hacerse notar en la propiedad que tienen las tierras en ciertas condiciones, de retener los principios fertilizantes solubles que a ellos se incorporan.

Sería un gran inconveniente el arrastre por el agua de estos principios solubles antes de ser utilizados por las plantas si los suelos no tuvieran este poder absorbente.

El poder absorbente no se ejerce sino con respecto a ciertas materias fertilizantes, principalmente al NH_3 , K_2O y ácido fosfórico. El calcio en sus sales solubles y compuestos del sodio atraviesan las tierras sin que sus disoluciones se empobrezcan; esto se ve fácilmente por el análisis hecho a las aguas de filtración que como se vió aumentaron su concentración en cloruros, sulfatos y carbonatos.

En ningún caso se encuentran en estas aguas grandes cantidades de NH_3 , ácido fosfórico o de K.

Las tierras poseen asimismo la propiedad de absorber los gases y la intensidad del fenómeno depende de la superficie absorbente y de la composición del suelo.

El N del aire puede contribuir al enriquecimiento del suelo, ya sea que esta acción fijadora sea debida a la arcilla, ejerciéndose más activamente en verano que en invierno, más a la luz que en la obscuridad, ya sea que esta absorción sea obra de microorganismos (Berthelot).

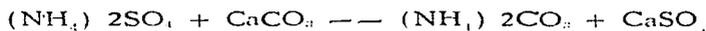
Para que las tierras presenten el poder de retención es necesario que presenten en su constitución física arcilla, humus y car-

bonato de calcio; la fijación en el suelo no se efectúa por otra parte más que después de muchas dobles descomposiciones.

La absorción de los compuestos nitrogenados orgánicos por el suelo está francamente establecida y justifica la purificación de las aguas de las cloacas por las tierras. Esta absorción se manifiesta tanto mayor cuanto más rico es el suelo en humus y arcilla. El empleo de suelos arenosos como terreno de purificación de las aguas se debe simplemente a la necesidad de utilizar terrenos que puedan aerearse suficientemente para destruir por fermentación las substancias orgánicas absorbidas.

El amoníaco libre en solución se fija directamente por el suelo en las mismas condiciones que las materias nitrogenadas orgánicas.

En lo que se refiere a las amoniacales, el sulfato, el cloruro y el nitrato son previamente descompuestos por la acción del CaCO_3 del suelo; la reacción que se verifica es la siguiente:



la arcilla y el humus retienen entonces el $(\text{NH}_3) 2\text{CO}_3$ así formado.

En los tres casos se forma siempre $(\text{NH}_3) 2\text{CO}_3$.

El carbonato de calcio, el humus y la arcilla son, pues, indispensables para la fijación de las sales amoniacales.

Como se ve a la absorción de sales amoniacales corresponde un empobrecimiento de CaCO_3 que desaparece en forma de sales solubles en el subsuelo. La aplicación de sales de amonio lleva una descalcificación cuando se hace en gran cantidad que ningún cultivo próspero podría lograrse sin un aportamiento de sales de Ca.

El K_2O y el K_2CO_3 son absorbidos directamente por el suelo. Pero el sulfato, el nitrato y el cloruro potásico deben experimentar previamente una doble descomposición por la acción del CaCO_3 de las tierras. La reacción es parecida a la que verifica con las sales de amonio, es decir:



Así en forma de carbonato es retenido el potasio.

La arcilla parece desempeñar un papel importante en esta fijación del potasio.

Según Nvelcker, el carbonato potásico es más fácilmente retenido que el sulfato.

En las capas de suelo cultivado, el potasio fijado se reparte del modo siguiente: la mitad del potasio aportado se encuentra en las capas superiores (23 ó 25 cms., una cuarta parte se reúne en las capas del subsuelo; el resto sería fijado en las capas más profundas.

El ácido fosfórico es retenido en el suelo gracias también a su combinación con el CaCO_3 , el óxido de Fe y los silicatos de Al hidratados contenidos en las tierras y que forman fosfatos insolubles. La arena y los silicatos pulverizados, pobres en estos elementos fijadores, retendrán pues, debidamente el ácido fosfórico.

La formación de uno u otro de los fosfatos insolubles, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Fe ó AlPO_4 , no es pues indiferente.

El $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$, es soluble en agua que contenga ácido carbónico o en los ácidos orgánicos por lo tanto está perfectamente diseminado en el suelo en una forma fácilmente asimilable por los vegetales.

Los fosfatos de Fe y de Al que se forman en ausencia de CaCO_3 son insolubles en el agua cargada de H_2CO_3 y poco solubles en las disoluciones salinas o en los ácidos orgánicos débiles; ésto hace más difícil la utilización del ácido fosfórico por las plantas.

Con relación a la absorción de los gases, el humus desempeña un papel activo reteniendo el oxígeno necesario para las combustiones lentas que se efectúan en el seno y fijando el O_2 . El CaO absorbe el CO_2 del aire y la arcilla parece tener una afinidad particular por el N.

Cada elemento contribuye al mantenimiento de la fertilidad de las tierras; la arcilla aporta el K necesario para la alimentación de las plantas, así como indicios de Fe, Mg y Mn.

El CaCO_3 desempeña un papel importante en la constitución de los tejidos vegetales.

El humus por los compuestos complejos que ofrece a la nutrición de la planta es el principal elemento de riqueza.

La arena no ejerce más que una acción secundaria respecto al mantenimiento de la fertilidad natural.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES.

Debo hacer notar que el trabajo realizado en este suelo fué puramente experimental y se trató de llegar a conclusiones que sirvan para un tratamiento posterior. Con objeto de notar la diferencia en el desarrollo de la planta en una parte tratada y otra sin tratar, se sembraron muestras testigos, notándose claramente en la tierra tratada un buen crecimiento en comparación con las de las testigos en que no creció arriba de 10 cm., y se secó cuando apenas había alcanzado esa altura.

Las partes bajas del terreno se encuentran más concentradas que las altas, ésto se comprobó por análisis en una misma parcela de las partes altas y bajas obteniéndose lo siguiente:

EN LA SUPERFICIE.

Na_2CO_3		NaHCO_3	
Parte Alta	Parte Baja	Parte Alta	Parte Baja
0.261	0.423	0.986	1.120
0.183	0.279	0.508	0.634
0.221	0.475	0.720	1.050
0.101	0.181	1.120	1.240
0.048	0.231	0.835	0.776
0.165	0.411	0.650	1.134
0.186	0.286	1.030	1.220
0.130	0.205	0.555	0.977
0.047	0.324	1.050	0.942

A 15 CMS. DE PROFUNDIDAD.

Na ₂ CO ₃		NaHCO ₃	
Parte Alta	Parte Baja	Parte Alta	Parte Baja
0.304	0.501	0.844	0.930
0.137	0.413	0.851	0.515
0.248	0.364	0.930	0.978
0.218	0.278	0.982	1.031
0.133	0.261	0.960	1.037
0.206	0.252	1.050	0.984
0.211	0.278	0.718	0.883
0.278	0.207	0.800	1.150

A 30 CMS. DE PROFUNDIDAD.

Na ₂ CO ₃		NaHCO ₃	
Parte Alta	Parte Baja	Parte Alta	Parte Baja
0.312	0.522	0.803	0.834
0.177	0.258	1.030	0.785
0.186	0.338	0.900	0.889
0.295	0.359	0.771	0.641
0.298	0.337	0.600	0.801
0.210	0.320	0.832	1.010
0.211	0.225	0.668	0.855
0.153	0.468	0.669	0.941
0.291	0.287	0.836	0.913

Los promedios de estos análisis son los siguientes:

	Na ₂ CO ₃		NaHCO ₃	
	Parte Alta	Parte Baja	Parte Alta	Parte Baja
Superficie	0.145	0.301	0.830	1.022
A 15 cms.	0.219	0.322	0.889	0.922
A 30 cms.	0.227	0.347	0.812	0.818

Se notó que el crecimiento de las plantas fué bueno en los bordes de las parcelas debido al lavado que en ellas sufrieron dichos bordes tanto por la acción de las lluvias como por la del riego, desde luego la parte cercana al canal principal de riego fué la que se

desarrolló mejor ya que el agua estuvo constantemente arrastrando las sales.

El ácido tiene el inconveniente de esterilizar las tierras y teniendo en cuenta el papel tan importante que los microorganismos del suelo representan en el crecimiento de todas las plantas, ésto solo motivo sería suficiente para descartar dicho procedimiento; pero debemos también tener en cuenta que una capa de 15 cms. y aún de 10 que se encuentre baja de sales permite el buen desarrollo de la planta ya que la toxicidad del álcali negro perjudica menos cuando ésta se encuentra ya un poco grande, es decir que se debe procurar neutralizar un poco la superficie y después mantenerla húmeda con el objeto de no permitir que suban las sales.

De gran importancia es la construcción de drenes para lavar continuamente el terreno, cada riego debe corresponder a un lavado y por lo tanto a una pequeña baja de sales, en nuestro estudio podemos decir que hicimos a un lado este importante punto, siendo este el motivo principal de que las plantas casi no se desarrollaran en algunos puntos.

Vimos por los análisis de carbonatos y bicarbonatos efectuados después del tratamiento y de la siembra, que el porcentaje de estas sales se encontraba muy bajo notándose entonces un buen desarrollo de la planta. Un análisis comparativo del suelo en estas condiciones y de una zona en que la alfalfa ha crecido normalmente, nos da los resultados siguientes:

Para la tierra en que creció la alfalfa:

En la superficie	
Na ₂ CO ₃	0.00
NaHCO ₃	0.376
Humedad	10.2
PH	8.32

A una profundidad de 15 cms.

Na ₂ CO ₃	0.027
NaHCO ₃	0.493
Humedad	19.5
PH	9.00

A una profundidad de 30 cms.

Na ₂ CO ₃	0.055
NaHCO ₃	0.620
Humedad	22.5
PH	9.12

Para la tierra tratada, haciendo la comparación cuanto tienen más o menos la misma humedad:

En la superficie.	
Na ₂ CO ₃	0.00 %
NaHCO ₃	0.551 %
Humedad	9.52 %
PH	7.96 %

A la profundidad de 15 cms.

Na ₂ CO ₃	0.215
NaHCO ₃	0.509
Humedad	18.7
PH	8.8

A una profundidad de 30 cms.

Na ₂ CO ₃	0.231
NaHCO ₃	0.726
Humedad	32.4
PH	9.02

Se puede ver que no hay una diferencia muy grande, pero estas muestras se tomaron cinco días después del tratamiento y vimos como poco a poco fueron subiendo hasta tener su concentración inicial.

Con la construcción de drenes y riegos adecuados esto puede evitarse.

La siembra debe hacerse de una planta que no se siembre en cada corte para evitar tener que volver a tratar las tierras en cada una de ellas. Un tratamiento debe ser suficiente para mejorar las tierras y esto se logra como ya hemos dicho, haciendo que cada riego corresponda a un lavado.

Vimos en el Capítulo V que la pérdida de los elementos fertilizantes es muy pequeña en comparación con la eliminación de los sales perjudiciales; debemos tener en cuenta que el agua de filtra-

ción analizada provenía solamente de una pequeña parte del terreno y que si lo atraviesa nos tendrá que salir con una concentración mayor.

Fué un grave error dejar a un lado este factor que en la agricultura y sobre todo para las tierras alcalinas es de gran importancia.

De acuerdo con la constitución arcillosa del terreno debe tratarse éste con sales de Ca para mejorar un poco su porosidad, indispensable para la aereación y escurrimiento del agua, y ayudar a retener los elementos fertilizantes.

El método como todos los procedimientos químicos es caro y también la construcción de drenes resulta costoso.

BIBLIOGRAFIA.

GRIFFIN.—Technical Methods of Analysis.

TREADWELL.—Tratado de Química Analítica.

ASSOCIATION OF AGRICULTURAL CHEMISTRY.—Analytic Chemistry.

P. DIFFOTH.—Agricultura General.

ROMULO ESCOBAR.—Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos afines.

GUSTAFSON.—Soils and Soils Managements.

LIBRARY CENTRAL
A. R. A. M.