

UNAM



23035

INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU

S590
C58
1928

UNAM

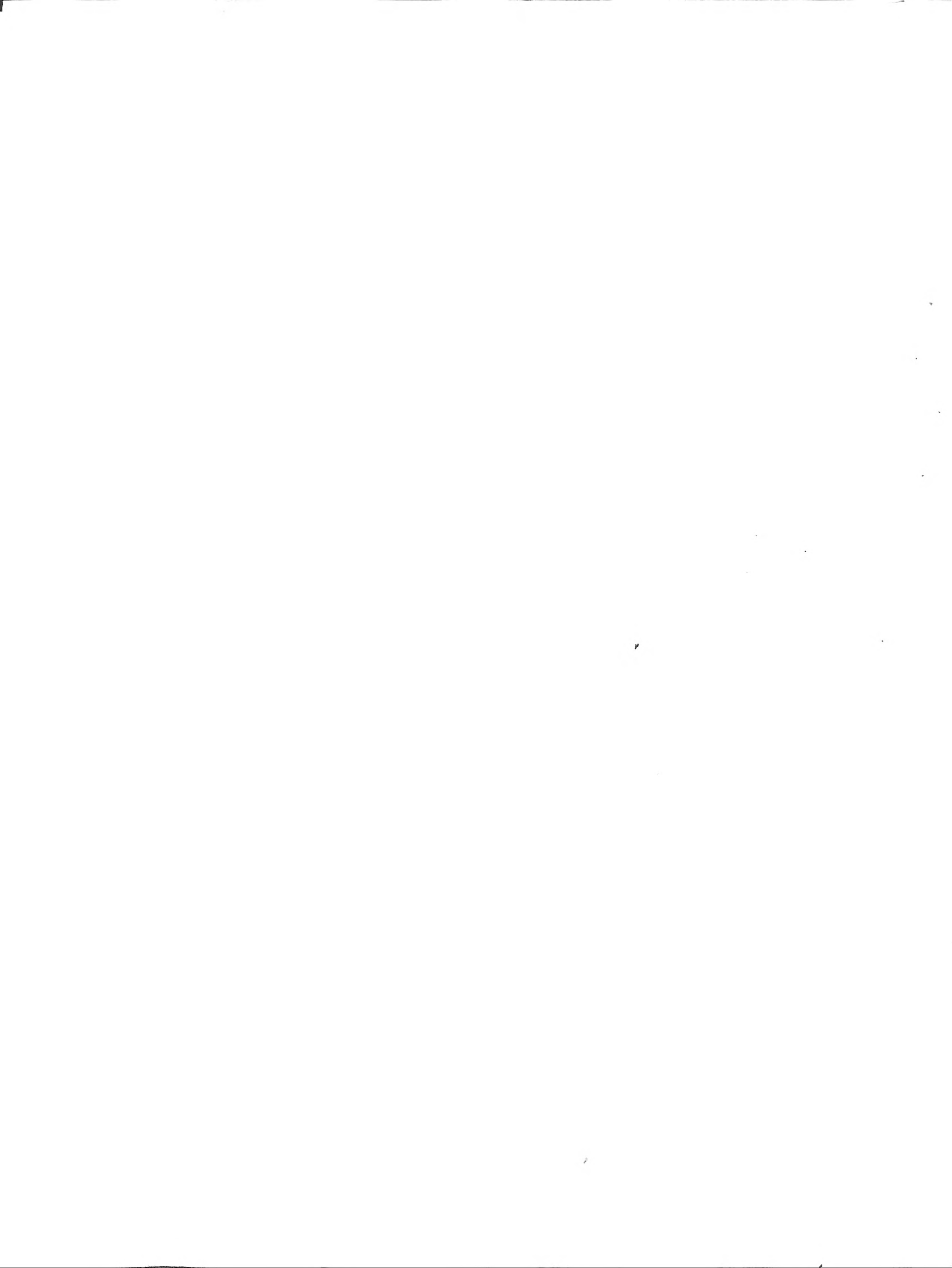


23035

INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU



BIBLIOTECA





MEMORIA

DEL

Primer Colegio Agrológico

QUE TUVO LUGAR EN

la Villa de Meoqui, Chih.



1929

(300)

6 m



PUBLICACIONES DE LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION

MEMORIA

PRIMER COLEGIO

QUE TUVO LUGAR EN LA VILLA

PATROCINADO

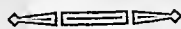
COMISION NACIONAL

COMISIONADO DE IRRIGACION

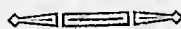
Ing. Francisco A. Salido, Gerente.

Ing. José Mares.

Ing. Javier Sánchez Mejorada.



EDITADO BAJO LA DIRECCION DE E. C. CHALICO, SERIO DE LA C. N. I.



MEXICO, D. F., DICIEMBRE DE 1928

DONACION

JUN 2013 ^I Vana

5590

058

1928

I-23035

En mayo del presente año, la Comisión Nacional de Irrigación aprobó la sugestión formulada por el señor W. E. Packard, Jefe del Departamento Agronómico, para que bajo el patrocinio de la misma Comisión se reuniera en la Villa de Meoqui, Chihuahua, a partir del 2 de julio de 1928, el primer Colegio Agrológico. con el doble fin de cambiar impresiones, unificar los sistemas, y a la vez de ilustrar, hasta donde fuera posible, a los jóvenes Agrónomos que ahora se inician en la Ciencia Agrológica, cuya práctica es nueva en nuestro país.

Meoqui fué escogido como punto de reunión, por ser, el Proyecto del Conchos, el lugar que se ofrece como el mejor campo para los estudios y demostraciones y al mismo tiempo por ser el sitio más cercano para los hombres que trabajan en la comisión.

Para el efecto y con fecha 11 de junio se giraron invitaciones a las Instituciones y personas, oficiales y particulares que se dedican o interesan por la Agrolología.

Presentamos esta publicación con la esperanza de que pueda servir como una contribución para el estudio de los suelos de México, el cual será uno de los más grandes pasos en el resurgimiento de la Nación.

Los trabajos impresos ahora, son sólo una parte del programa total. Muchos se trataron de manera oral y solo se hizo un extracto de ellos. Las prácticas y discusiones en el campo mismo, formaron una de las partes más importantes del Colegio.

Uno de los resultados del Colegio, fue la formación de la "Sociedad Mexicana de Agrolología", por un grupo de hombres, mexicanos y extranjeros, que se interesan por el desarrollo de la Agricultura en México. Los propósitos de la Sociedad se delínean en pocas palabras en el acta de formación, de la manera siguiente: "Esta Sociedad tiene por objeto fomentar y divulgar el conocimiento de los suelos en México....."

Invitamos a unirse a ella, a todos aquellos que quieran cooperar con sus estudios, al impulso de la Agricultura. Pero ello padrán dirigir cualquiera de los siguientes miembros de la mesa directiva.

Presidente: Walter E. Packard.

Com. N. de Irrigación.

Chapultepec, D. F.

Secretario: Alejandro Brambila jr.

Direc. Gral. de Agricultura.

San Jacinto, D. F.

Chapultepec, D. F., oct. de 1928.

WALTER E. PACKARD.

Jefe del Dep. Agronómico de la

Com. N. de Irrigación.



El día 2 de julio de 1928 se reunieron en el salón de actos de la Escuela "Benito Juárez", de la Villa de Meoqui, Chih., las personas que participaron en el primer Colegio Agrológico y que fueron las siguientes:

Chas. F. Shaw.	De la U. de Berkeley, Cal. E. U. A.
A. Brambila jr.	De la Div. de Química de D. A. G.
J. Alarcón.	De la Div. de Química de D. A. C.
M. Meza A.	Del Dep. de Enseñanza de D. A. G.
R. Gómez C.	Agrónomo Regional de D. A. G.
E. Nájera.	Dirección de Aguas de S. A. F.
Q. Ochoa.	De la E. P. de Agr. de C. Juárez.
L. Fourton.	De la E. N. de Agr. de Chapingo.
C. C. Elder.	De la White Ing. Corp.
E. Alaniz.	Pasante de la E. N. Agr. de Chapingo.
M. A. Durán.	" " " " " " "
B. Garza.	" " " " " " "
R. García G.	" " " " " " "
M. Marqués.	" " " " " " "
R. Becerra.	" " " " " " "
M. Martínez.	" " " " " " "
F. González.	" " " " " " "
R. Hernández.	" " " " " " "
A. Villagómez.	" " " " " " "
G. Aguirre.	" " " " " " "
A. Preciado.	" " " " " " "
W. E. Packard.	Del Dep. Agronómico de C. N. I.
A. E. Kocher.	" " " " " " "
M. Yépez S.	" " " " " " "
M. Brambila.	" " " " " " "
E. Peredo.	" " " " " " "
A. Rodríguez L.	" " " " " " "
E. Morales.	" " " " " " "
A. Rico.	" " " " " " "
E. Chapa.	" " " " " " "
L. R. Patiño.	" " " " " " "
J. Serrano.	" " " " " " "
J. Bonilla.	" " " " " " "
E. Sterling.	" " " " " " "
H. Villarreal.	" " " " " " "
B. Montemayor.	" " " " " " "

Los trabajos se desarrollaron de acuerdo con el siguiente programa:

PROGRAMA DEL PRIMER COLEGIO AGROLOGICO
verificado en Meoqui, Chih.,
en julio de 1928.

Julio 2

8 hrs. Organización del Colegio y elección de Comisiones.

9 " Objeto del Colegio.

W. E. Packard.
C. N. de Irrigación.

10	„	Características del Suelo.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
14 a 17		Prácticas de campo. Características del Suelo.	
Julio 3		Origen de los suelos del Proyecto del Conchos.	W. E. Packard. C. N. de Irrigación.
8 hrs.			
9	„	Las acumulaciones del Suelo.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
11	„	El problema de la sobre-irrigación.	W. E. Packard. C. N. de Irrigación.
14 a 17		Prácticas de campo. Características del Suelo.	
Julio 4 y 5		Prácticas de campo. Estudio del origen de los suelos del proyecto del Conchos.	
8 hrs.			
Julio 6		Influencia del clima y la vegetación.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
8 hrs.			
9	„	El álcali en los suelos de México.	A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura
10	„	<i>Textura y estructura del suelo.</i>	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
11	„	El análisis mecánico de los suelos.	E. Peredo. C. N. de Irrigación.
14 a 17		Prácticas de campo. La humedad del suelo.	
Julio 7		El perfil del suelo.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
8 hrs.			
9	„	Las aguas alcalinas.	M. Brambila. C. N. de Irrigación.
10	„	Influencia del álcali en las condiciones mecánicas del suelo.	E. Peredo. C. N. de Irrigación.
11	„	Bonificación de las tierras alcalinas.	W. E. Packard. C. N. de Irrigación.
14 a 17		Pruebas de capilaridad e infiltración en el Laboratorio.	
Julio 8		(Domingo).	
Julio 9		La humedad del suelo. Formas y movimiento.	
8 hrs.			

		Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
9	„	Relación entre el suelo y la vegetación. E. Peredo. C. N. de Irrigación.
10	„	El efecto del álcali en las plantas. L. Fourton. E. N. de Agricultura.
11	„	El álcali en el Valle de México. A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura.
14 a 17		Pruebas de capilaridad e infiltración en el Laboratorio.
Julio 10		
8 hrs.		La distribución de la humedad en el suelo. Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
9	„	La distribución de las raíces en los suelos irrigados. W. E. Packard. C. N. de Irrigación.
10	„	La influencia de los coloides en el suelo. M. Brambila. C. N. de Irrigación.
11	„	El costo de la irrigación. W. E. Packard. C. N. de Irrigación.
14 a 17		Prácticas de Campo.—Levantamiento de planos de tierras alcalinas.
Julio 11		
8 hrs.		La humedad del suelo. Drenaje y arroyo. Chas. F. Shaw. C. N. de Irrigación.
9	„	El desarrollo de la irrigación y su costo. M. Yépez S. C. N. de Irrigación.
10	„	Un método para determinar las sales solubles. A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura.
10	„	El levantamiento de planos de las tierras alcalinas. A. E. Kocher. C. N. de Irrigación.
14 a 17		Práctica del levantamiento de planos de tierras alcalinas.
Julio 12		
8 hrs.		El caliche y el saxeam. Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E. U. A.
9	„	Clasificación de los suelos desde el punto de vista agrícola. A. E. Kocher. C. N. de Irrigación.
10	„	La fertilidad del suelo.

		A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura.
14 a 17	Prácticas de campo. Penetración del agua.	
Julio 13 y 14	Levantamiento de planos agrológicos en las vegas de los ríos.	
Julio 15	(Domingo).	
Julio 16	Las series de suelos.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E.U. A.
8 hrs.		
9 „	La importancia de la clasificación desde el punto de vista agrícola y del económico.	M. Yépez S. C. N. de Irrigación.
10 „	La necesidad de los abonos en los suelos de México.	L. Fourton. E. N. de Agricultura.
11 „	El coeficiente de riego.	C. C. Elder. White Eng. Corp.
14 „	La enseñanza de la ciencia agrológica.	M. Meza A. D. G. de Agricultura.
15 „	El análisis químico y la fertilidad de los suelos.	A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura.
16 „	Informe de la Comisión de Terminología.	A. Brambila, jr. D. G. de Agricultura.
	Informe de la Comisión de Resoluciones.	M. Yépez S. C. N. de Irrigación.
Julio 17	Prácticas de campo. Estudio de los perfiles.	
Julio 18	La importancia agrícola de las series.	Chas. F. Shaw. Univ. de Calif. E.U. A.
8 hrs.		
9 „	La correlación de los suelos.	A. E. Kocher. C. N. de Irrigación.
10 „	Las pruebas de infiltración en Sta. María.	E. Chapa. C. N. de Irrigación.
11 „	Estudios de humedad en los suelos de México.	L. Fourton. E. N. de Agricultura.
14 a 17	Prácticas de campo. Levantamiento de planos agrológicos.	

- Julio 19**
8 hrs. Interpretación de los planos agrológicos.
Chas. F. Shaw.
Univ. de Calif. E. U. A.
- 9 „ Las series del Proyecto de Don Martín.
A. Rico.
C. N. de Irrigación.
- 10 „ Las series del Proyecto del Río Conchos.
A. E. Kocher.
C. N. de Irrigación.
- 11 „ Las series del Proyecto de Aguascalientes.
A. Rodríguez L.
C. N. de Irrigación.
- 14 a 17 Interpretación de los planos agrológicos.
Julio 20 al 26 Levantamiento de planos agrológicos en el campo.
- Julio 27**
8 hrs. La clasificación de los suelos en general.
Chas. F. Shaw.
Univ. de Calif. E. U. A.
- 9 „ Las pruebas de infiltración en Aguascalientes.
A. Rodríguez L.
C. N. de Irrigación.
- 10 „ Influencia de la topografía en la irrigación.
C. C. Fisher.
White Eng. Corp.
- Julio 28**
8 hrs. El trabajo agrológico y el trabajo de Colonización.
Chas. F. Shaw.
Univ. de Calif. E. U. A.

(Este programa sufrió algunas modificaciones de orden).

En esta Memoria se van a anotar solamente los hechos más salientes del Colegio Agrológico, así como la mayoría de los trabajos que se presentaron escritos. Sería necesario un gran volumen para reproducir todos los trabajos expuestos y relatar la serie de experimentos de campo, tan interesantes, que se llevaron a cabo.

Al iniciarse las conferencias el día 2 de julio, el Sr. Packard expone el objeto del Colegio; invita después a la elección de un Presidente y un Secretario, para cuyos puestos se designa a los señores:

W. E. Packard, Presidente.

M. Brambila, Secretario.

Y una vez hecho esto, se designan las siguientes Comisiones:

Comisión de Terminología:

Chas. F. Shaw, Presidente.

A. Brambila.

A. E. Kocher

M. Brambila,

A. Rodríguez L.

Comisión de Resoluciones:

M. Yépez S., Presidente.

M. Meza A

A. Rico.

M. Brambila.

E. Peredo.

Comisión de Transportes:

J. Bonilla, Presidente.

E. Sterling.



EXTRACTO DE LAS CONFERENCIAS

SOBRE LA

FORMACION, CLASIFICACION
Y UTILIZACION DE LOS SUELOS

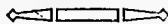
POR

CHARLES F. SHAW

PROFESOR DE TECNOLOGIA DE SUELOS

DE LA

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA



MEOQUI-CHIHUAHUA

JULIO DE 1928



CARACTERISTICAS DEL SUELO

Se define el suelo como "El cuerpo natural que ocupa la parte superficial de la tierra, compuesto de materias mineral y orgánica y que tiene horizontes más o menos definidos de eluviación e iluviación".

Esta definición reconoce el suelo como un cuerpo natural con características evidentes, colocado en su lugar sin haber sido removido por los agentes mecánicos exteriores. Ese es el "concepto natural" del suelo para distinguirlo del "concepto fragmentario", el cual define el suelo como "una masa de materiales rocosos descompuestos y finamente divididos los cuales están mezclados con una determinada cantidad de materia orgánica".

Estos dos conceptos no son antagónicos, sino por el contrario, son complementarios. Bajo el concepto natural los suelos se estudian tal y como existen en el campo, con todos sus factores e intactos. Los diferentes horizontes se evidencian por características que pueden ser fácilmente observadas o fácilmente determinadas sin remover materialmente la masa del suelo. Cuando, sin embargo, las características más oscuras necesitan ser estudiadas y se necesita hacer análisis de diferentes clases, la masa del suelo debe ser removida y su estructura destruída para obtener una muestra por medio de la cual se obtengan los términos generales del "concepto fragmentario":

Las muestras del suelo deben ser tomadas con cuidado y estudiadas para determinar las características físicas, químicas y biológicas que sólo pueden ser descubiertas sujetando el suelo a un tratamiento muy severo que a menudo se acerca a su total destrucción. Estos análisis físicos, químicos y biológicos establecen hechos acerca de la composición del suelo y de sus reacciones. Para interpretarlos con relación al desarrollo de las plantas, el análisis debe complementarse por medio de la información que se tenga acerca del concepto natural de suelo sin remover; la estructura, consistencia, permeabilidad y otras características de los

diferentes horizontes tales como la sucesión y las relaciones de los unos con los otros.

Los estudios del campo y del laboratorio dependen el uno del otro y para interpretar las características del suelo con relación al desarrollo de las plantas, los resultados de los estudios deben correlacionarse cuidadosamente. Los que trabajan en el campo y en el laboratorio deben mantener íntimo contacto dándose cuenta de la importancia del trabajo que cada uno desempeña. Para tomar las muestras de suelo para el estudio analítico, los hombres que trabajan en el laboratorio pueden cooperar provechosamente con aquéllos que están estudiando los suelos en el campo y, tomando las muestras del suelo por horizontes, los resultados de los análisis pueden ser de utilidad para ambos grupos.

Muchas y muy distintas clasificaciones de suelos se han hecho usando varios factores o características y según las bases sobre las cuales los suelos han sido agrupados en categorías. Estas clasificaciones han sido geológicas, agronómicas, ecológicas, y edafológicas. Algunas se han basado en la textura del suelo, algunos en factores compuestos que las hacen muy semejantes a los esquemas de clasificación de tierras.

Las clasificaciones que se han venido desarrollando en los Estados Unidos y en Rusia parecen ser las que más prometen como métodos permanentes que serán generalmente aceptados.

Los científicos del suelo se han preocupado con las **unidades de suelos**, los "tipos" y las "series", con intenciones muy limitadas a arreglar estas series en categorías de orden más inclusivo. Rusia ha empezado por el otro extremo agrupando los suelos en categorías muy inclusivas y ha ofrecido esquemas de clasificación de palabras enlazadas. Ni los científicos rusos ni los de los Estados Unidos han ido lo suficientemente lejos de su trabajo. Es necesario desarrollar un esquema de clasificación que lo abarque todo y parece que la combinación de los dos

dará la mejor clasificación científica y útil. Esto requerirá alguna amplificación y modificación de los presentes esquemas; pero probablemente no significará un cambio radical en ninguno de ellos. Las características que sirven para diferenciar los suelos en tipos, series o categorías más inclusivas son en esencia las mismas.

Estas características pueden ser anotadas como siguen:

1.—Carácter, número y sucesión de horizontes en el perfil del suelo.

A.—Textura y estructura de cada horizonte.

B.—Consistencia y porosidad de cada horizonte.

C.—Color de cada horizonte.

D.—Espesor de cada horizonte.

E.—Composición química de cada horizonte.

2.—Origen (mineralógico) del material madre.

3.—Modo de formación.

4.—Período de desarrollo o "Edad del suelo".

5.—Posición topográfica.

6.—Condiciones de drenaje.

Estas características no están arregladas en orden de importancia. Tal arreglo es imposible puesto que las importancias verdaderas y las relativas varían con los diferentes suelos. Algunas veces unas y otras veces otras, pueden ser los factores dominantes del carácter que distinga un suelo del otro.

Los suelos son el resultado del "intemperismo" (la acción del clima y la cubierta vegetal) sobre el material madre. El tiempo durante el cual el intemperismo ha progresado es también un factor muy importante.

Los suelos pueden ser considerados como el resultado de esta fórmula:

Suelo = Material Madre.—Clima.—Vegetación.—Tiempo. Bajo el término clima se incluyen todas las combinaciones de precipitación, temperatura, humedad, etc., las cuales hasta cierto grado, determinan la clase de vegetación que se desarrollará. El suelo y el clima tienen una influencia definida sobre la vegetación y algunos técnicos del

suelo consideran la vegetación como un factor secundario y aceptan la siguiente fórmula:

Suelo = Material Madre.—Clima.—Tiempo.

Esta fórmula supone una condición por la cual el suelo resultante no se modifica ni por la erosión ni por la acumulación de material del suelo durante el período de tiempo. La erosión o la acumulación introducen variantes que se considerarán más tarde y las cuales cambian marcadamente el ciclo de la formación del suelo y las características del suelo resultante.

En áreas considerables de la superficie de la Tierra se ha hecho un balance aproximado entre la erosión y la acumulación y el proceso de la formación del suelo está, en esencia, conforme a la fórmula: que el suelo es el resultado de la influencia del clima, durante un largo período de tiempo, sobre el material madre.

DEFINICIONES

Natural.—El suelo es el cuerpo natural que ocupa la parte superficial de la tierra compuesto de materia mineral y orgánica y que tiene horizontes más o menos definidos de eluviación e iluviación.

Fragmentario.—El suelo es una masa de materiales rocosos descompuestos y finamente divididos los cuales están mezclados con una determinada cantidad de materia orgánica.

Eluviación.—Un proceso de remoción de materiales en suspensión o solución por medio de las aguas de infiltración.

Iluviación.—Un proceso de acumulación del material transportado en solución o suspensión por las aguas de infiltración.

Características del suelo.—Cualidades, propiedades o factores que pueden servir para establecer el carácter de un suelo.

Textura del suelo.—Es el término que indica el grosor o finura del suelo; la cantidad de cada uno de los grupos de granos que constituyen el suelo.

Estructura del suelo.—Es el término que expresa el arreglo de los granos individuales y de los agregados que constituyen la masa del suelo.

Consistencia del suelo.—Es el término que expresa el grado de cohesión del suelo y la resistencia que opone a las fuerzas que tienden a deformar o romper los agregados.

Porosidad del suelo.—Es el término que indica el efecto de los poros o huecos de la masa entre las partículas individuales y los agregados que constituyen el suelo.

Solum.—La parte de la masa del suelo que está sujeta a la acción del intemperismo. Los horizontes "A" y "B".

Material Madre.—El material ligeramente alterado o completamente inalterado por el intemperismo debajo del Solum, semejante a aquel del cual fué formado el suelo. Los horizontes "C".

Horizonte del suelo.—Un lecho o parte del perfil del suelo más o menos bien definida que ocupa una posición aproximadamente paralela a la superficie del suelo.

Estrato.—Un lecho o lechos de material cuyos caracteres se establecieron durante la formación y no es debido a las alteraciones subsecuentes del intemperismo.

Horizonte "A".—El horizonte superior de la masa del suelo del cual se ha eliminado cierto material por medio de las aguas de infiltración. Los horizontes eluviados del Solum. El suelo superficial. La capa arable.

Horizonte "B".—El horizonte de acumulación al cual han sido agregados ciertos materiales por las aguas de infiltración. Los horizontes iluviados del Solum. Los subsuelos.

Horizonte "C".—El horizonte de material relativamente inalterado sobre el cual descansa el Horizonte "B". El substrato.

El horizonte "C" muestra generalmente varios sub-horizontes, siendo las partes superiores más o menos modificadas por un intemperismo incipiente. Solamente los horizontes más profundos están completamente inalterados.

ACUMULACION DEL SUELO

La acumulación de los suelos minerales es el resultado del intemperismo, la erosión y el depósito de los materiales. Se diferencian de una manera muy marcada en sue-

los primarios y suelos secundarios. La acumulación de los suelos primarios proviene del intemperismo y la erosión de las rocas y los suelos preexistentes. La acumulación de los suelos secundarios agrega: el acarreo de los materiales erosionados, el depósito de estos materiales y el intemperismo subsecuente a la erosión.

La acumulación de los suelos orgánicos tales, como el turboso, generalmente no comprenden ni erosión ni acarreo ni depósito de materiales; pero es un proceso de acumulación debido al desarrollo y destrucción de las plantas con el intemperismo concurrente con la vegetación en estado de descomposición.

Los suelos primarios son aquéllos que se han desarrollado en un lugar por la desintegración y la descomposición de las rocas, y el intemperismo de los residuos resultantes hasta formar un suelo verdadero con horizontes definidos. En este proceso la acción del intemperismo siempre es destructiva, nunca constructiva. Las rocas están protegidas por la cubierta de material intemperizado y de suelo, del trabajo activo de los cambios termales, aire, animales, plantas, etc., pero están continuamente sujetas a la acción de las aguas cargadas con ácidos y otros reactivos. Son intemperizados principalmente por procedimientos químicos que dan por resultado la solución y eliminación definitiva de gran parte de la masa original por las aguas profundamente infiltradas. La superficie no alterada de la masa de la roca está siendo continuamente rebajada y el espesor de los residuos de roca intemperizada y la cubierta de suelo continuamente se hacen más profundos. Si no concurre ninguna erosión se aproximaría al fin una condición de equilibrio con relación más o menos estable entre el suelo verdadero, los residuos de roca desintegrados y la roca madre.

Pero a través de todo el período de acumulación los suelos primarios están sujetos a mayor o menor erosión y la eliminación de las partes superiores de la superficie u horizonte "A". La topografía de casi todos los suelos primarios ha sido modelada por las

fuerzas de la erosión. La eliminación constante del Solum expone una parte del subsuelo u horizonte "B", de lo cual resulta el reintemperismo y el cambio de este horizonte, que era de acumulación, a otro de eliminación; a la formación de un nuevo horizonte "A". Si el suelo sostiene una cubierta de vegetación ésta remoción y reintemperismo puede efectuarse lentamente y persistir un verdadero horizonte "A" de considerable espesor. Pero si la cubierta se esparce o se remueve por la mano del hombre o por el fuego, la erosión puede ser muy enérgica y puede eliminar todo el horizonte "A" y gran parte del "B". En las regiones áridas y semi-áridas la erosión enérgica puede evitar la acumulación de un suelo primario verdadero, permitiendo sólo la acumulación de un lecho de fragmentos de roca desintegrada con un horizonte "A" orgánico muy delgado que ocupa temporalmente la superficie.

Los suelos primarios son el resultado de un intemperismo triple. Primero, el intemperismo de la roca que ha formado el material del suelo; segundo, el intemperismo de este material que forma un suelo verdadero con horizontes "A" y "B" definidos; y tercero, el intemperismo de un subsuelo expuesto u horizonte "B" que forma un nuevo suelo superficial. Naturalmente los tres van marchando paralelamente y el Solum o suelo verdadero ha ido gradualmente bajando de elevación a medida que las alturas, declives de las colinas se han ido aproximando al nivel de la llanura. Cuando los declives disminuyen, la erosión decrece y el grosor del Solum aumenta.

Los suelos secundarios son aquéllos que se han formado por intemperismo de los materiales que provienen de suelos existentes y de residuos de rocas nuevas, erosionados éstos de sus lugares originales y transportados y redepositados por el agua, aire, hielo (ventisqueros) u otros agentes. La proporción en que se depositan los materiales del suelo secundario y el período de su exposición al intemperismo tienen una influencia muy marcada en las características del suelo resultante. Las zonas de inundación y los abanicos de aluvión pueden ser construídos tan

firmemente, que el aumento periódico de sedimento puede ser suficiente para hacer imperceptible cualquier intemperismo, por ligero que sea, y que tendría lugar en el período intermedio de las inundaciones y puede mantener de una manera muy persistente perfiles de suelos nuevos o estrictamente "recientes".

Bajo otras condiciones la velocidad de acarreo y depósito de material de suelo puede ser tan lenta que éste puede ser intemperizado hasta su estado semi-maduro en el cual se detiene por mucho tiempo. La acumulación delgada de material nuevo en la superficie es casi imperceptible durante cualquier período dado. Tales condiciones pueden explicar la formación de ciertos *saxeums* o lechos muy gruesos (especialmente de caliche), bajo algunos de los suelos de las regiones áridas, donde el espesor del horizonte cementado está fuera de toda proporción con relación al grueso de la superficie u horizonte "A".

En las regiones más áridas los movimientos de la costra terrestre han alterado de tiempo en tiempo el declive de las tierras y cambiado las condiciones de drenaje y desagüe superficial. Las corrientes no depositan ya más material en los abanicos o zonas de inundación; pero en cambio ellas formarían hondos canales a través de esos depósitos y construirían nuevos abanicos y zonas de inundación en los declives más bajos.

Los declives de aluvión así abandonados estarán sujetos de aquí en adelante al intemperismo del suelo y al enriquecimiento de arcilla en los horizontes "B". Los perfiles del suelo de estos abanicos remanentes, colinas o mesetas mostrarán una edad o estado de desarrollo que corresponderá al tiempo en que ha continuado el intemperismo y a la intensidad de los agentes. Bajo tales condiciones de acumulación e intemperismo se formarán en los subsuelos horizontes relativamente delgados (aproximadamente de un metro) con material madre no intemperizado debajo. Algunos suelos plenamente maduros tendrán un lecho de *saxeum* de 25 a 100 ctm. de espesor sobre un substrato de suelo excelente, permeable y potencial.

Muchos de estos suelos secundarios más antiguos, están sujetos a la erosión y al mismo tipo de intemperismo de los horizontes "B", expuestos como nuevos horizontes "A", como ocurre con los suelos primarios. Si la erosión es muy activa, estos depósitos no consolidados de material madre son erosionados mucho más rápidamente que intemperizados y hay un pequeño cambio de cualquiera de los horizontes "A" o "B", en lugar de una exposición constante del horizonte "C".

La erosión de los suelos secundarios puede llegar hasta los lechos profundos de caliche u otros horizontes consolidados del subsuelo y el intemperismo de estos depósitos produce un suelo que es, por muchos conceptos, muy semejante a los suelos primarios. Las relaciones del intemperismo y la erosión y del desarrollo de los horizontes "A" y "B" es, en esencia, igual a los de los suelos primarios verdaderos. Donde se forman los suelos por el intemperismo de tales depósitos, relativamente impermeables, duros y a menudo consolidados, podrían ser propiamente clasificados como primarios; esta clasificación se basaría en la manera como el intemperismo y la formación del suelo tuvieron lugar.

Algunas veces, áreas de suelos secundarios que han sido intemperizadas hasta un estado de regular madurez, pueden ser sepultadas por un nuevo depósito de material transportado, a veces de espesor considerable. Las nuevas superficies pueden ser intemperizadas y formar subsuelos típicos maduros característicos. En tales casos, esos suelos cubiertos por una capa espesa se llamarán "suelos enterrados" y a veces un suelo de esta naturaleza puede estar expuesto en una barranca profunda o en el corte de un arroyo. Suele suceder que la erosión ha eliminado el material superpuesto y ha expuesto o "resucitado" los suelos enterrados; tales condiciones son difíciles de interpretar y constituyen uno de los problemas difíciles que el científico del suelo tiene que resolver.

Entendemos por acumulaciones de suelo: el suelo primario ideal, y también el suelo primario modificado por las actividades erosionales; los no intemperizados o suelos

secundarios recientes; los suelos secundarios intemperizados, de varias edades o estados de desarrollo con sus horizontes "B" o con horizontes "B" anormalmente gruesos; los suelos secundarios erosionados y reintemperizados y los suelos enterrados y resucitados. Todos éstos ofrecen al edafólogo un campo fértil de estudio y de investigación.

EL INTEMPERISMO DEL SUELO

El efecto del clima y la vegetación y el desarrollo de los perfiles del suelo.

EL INTEMPERISMO EN LOS CLIMAS HUMEDOS

El proceso comprendido en el intemperismo de los suelos y el desarrollo de los perfiles maduros, puede ser mejor trazado considerando los cambios que pueden tener lugar cuando un depósito profundo reciente de aluvión no intemperizado, se sujeta a las influencias del clima y la vegetación por períodos de tiempo largos progresivamente. El grado de cambio o de desarrollo del perfil depende de la intensidad de los factores climáticos, del carácter del material madre y de la extensión y calidad de la vegetación. Donde el clima ha permanecido relativamente uniforme por períodos largos, el desarrollo progresivo del perfil es determinado por el tiempo durante el cual el intemperismo ha seguido su curso.

La formación del perfil se debe en gran parte al lavado de los lechos superiores del suelo por medio de las aguas, las cuales acarrearán hacia abajo materiales en solución o suspensión, que se depositan en los lechos más profundos. Los cambios del perfil, entonces, se deben en gran parte a la infiltración del agua a través de la masa del suelo; éste es el papel dominante de la precipitación. El material así transportado debe ser de tamaño muy pequeño, de una textura muy fina, de donde se deduce la importancia de todos los agentes del intemperismo del suelo que tienden a reducir el tamaño de sus partículas.

Por la acción de este proceso de intemperismo, las partículas del suelo se hacen más finas y parte del limo y de la arcilla del suelo, pueden ser transformados al estado de subdivisión muy fino conocido como arcilla coloidal. Cuando el suelo es inundado por las lluvias, parte de esta arcilla coloidal se pone en suspensión en el agua, haciéndola turbia o lódosa. La infiltración del agua turbia, hace que esa arcilla sea arrastrada al subsuelo. La mayoría de las partículas de arcilla se hospedan en los poros más pequeños del suelo y generalmente, si hay bastante agua para pasar a través del suelo hasta un lecho más poroso, el agua de drenaje será casi completamente clara. La arcilla coloidal y cualquier otro material más grueso arrastrado hasta el subsuelo es retenido como por un filtro y permanece en los horizontes del subsuelo. Si este proceso continúa, los subsuelos se enriquecen más y más con la arcilla, volviéndose densos y cada vez menos permeables. Cuando se secan los coloides tienden a mantener el suelo firmemente unido y lo cementan en una masa de blocks irregulares. Cuando se vuelve a humedecer, las arcillas se suavizan y se hinchan, volviendo el subsuelo plástico y generalmente adhesivo y cierran los poros y las grietas haciéndolo otra vez bastante impermeable al agua. La formación de este lecho denso de arcilla o "arcillo-compactum", es una característica del aumento de edad del suelo, una evidencia de que el suelo se está volviendo viejo y de que el proceso ha continuado por un largo período de tiempo sin algún cambio efectivo.

El carácter del subsuelo depende de la composición del material madre original y de los factores climáticos, particularmente la cantidad de precipitación. En las regiones donde llueve todo el año y la cantidad es grande (100 centímetros o más), el agua de lluvia continuamente se filtra a través de la masa del suelo hasta el nivel del agua freática. Esta infiltración continua sirve para disolver y arrastrar hacia abajo y fuera del suelo los materiales fácilmente solubles. El calcio y el magnesio son eliminados casi completamente, el sodio se reduce conside-

rablemente y las bases de las partículas coloidales pueden ser parcialmente substituidas por hidrógeno haciendo un suelo muy ácido. En estas condiciones la parte coloidal del suelo es generalmente dispersada y los subsuelos son continuamente húmedos, densos y adhesivos y sólo ligeramente permeables. Cuando esta condición llega al extremo, como en algunos de los suelos de los trópicos, la arcilla coloidal puede componer la mitad, las tres cuartas partes o más, de los subsuelos. Entonces pueden existir en estado gelatinoso con una adhesión mayor que la cohesión y los subsuelos pueden ser algo permeables, fáciles de trabajar y de productividad razonable especialmente donde la erosión ha eliminado y agotado los horizontes "A".

Bajo condiciones diferentes de temperatura y vegetación, pueden formarse muy diferentes perfiles de suelos. Bajo las condiciones tropicales mencionadas, las altas temperaturas y lluvias frecuentes excitan el desarrollo muy activo de las bacterias y la vegetación desaparece con gran rapidez dejando en el suelo, no humus, sino proporcionando mucho ácido carbónico y acelerando marcadamente el proceso de intemperismo del suelo. Los productos intemperizados son generalmente bien oxidados, y los suelos bien drenados tienen ciertas tonalidades de color rojo. Los suelos maduros son a menudo de un color rojo profundo de ladrillo; los depósitos cementados, con un armazón reticular en el subsuelo, se llaman generalmente lateritas.

Cuando las temperaturas son bajas durante una parte del año, como en el norte de Europa y de América, la vegetación es boscosa, generalmente coníferas que dan una sombra constante y muy efectiva sobre el suelo. La caída anual de hojas y de ramitas hace que se junten en la superficie del suelo muchos residuos orgánicos que se descomponen allí muy lentamente. Durante 4 ó 6 meses del año, esta materia orgánica se congela y las actividades bacterianas prácticamente se detienen. Si continuamente están húmedos y fríos, la descomposición es en gran parte anaerobia y el movimiento hacia

abajo de las aguas arrastra el ácido carbónico y otros ácidos orgánicos dentro del suelo en una condición más o menos reducida. Estos ácidos roban el oxígeno de los minerales de las capas superficiales del suelo y lavan esta parte, de una manera muy efectiva. El perfil formado bajo estas condiciones estará compuesto de una capa gruesa de materia orgánica parcialmente descompuesta, una capa negra muy delgada (1 ó 2 centímetros) de una mezcla de tierra y materia orgánica (el horizonte A1) después un horizonte A2 lixiviado, blanqueado, de color gris y altamente ácido. Los horizontes B tienen un color parduzco, café grisáceo y algunas veces café rojizo cuyas arcillas están manchadas por los compuestos de fierro. Los rusos han llamado a estos suelos "pod-sols" y los consideran característicos de los bosques de las zonas frías.

Bajo condiciones intermedias de temperatura entre los extremos que acabamos de anotar, las regiones muy lluviosas generalmente tienen una vegetación natural boscosa y los suelos tienen tonalidades de color café, café-rojizo y rojo y los horizontes A1, A2 y B tienen condiciones variables, pero siempre con un subsuelo de arcillo-compactum así como la textura y la estructura característica de los suelos maduros. Este subsuelo de arcillo-compactum es característico de todos los suelos maduros que se forman bajo condiciones de gran precipitación pluvial. Estos suelos también tienen reacción ácida y son deficientes en cal y bases semejantes.

En las regiones de precipitación media (50 a 75 centímetros) y bien distribuida durante todo el año, la vegetación natural es comunmente pasto y árboles esparcidos. El agua de lluvia puede ser consumida por la vegetación hasta tal grado que sólo una pequeña parte se filtra a los subsuelos más profundos o al nivel del agua freática. La arcilla es arrastrada hacia abajo y se forma el arcillo-compactum y además puede haber un depósito considerable de cal u otras materias solubles en los horizontes del subsuelo. La cal es generalmente lixiviada de los suelos superficiales; pero no

es arrastrada muy profundamente; sino generalmente depositada en los horizontes B. Donde la vegetación natural es pasto, la descomposición de numerosas raíces fibrosas proporciona una gran cantidad de materia orgánica, la cual, algo insolubilizada por el efecto de la cal, se acumula hasta formar un horizonte A de color obscuro y de profundidad considerable. Los suelos de esta clase de color muy obscuro que se han encontrado en la Rusia del Sur, han sido llamados "Chernozens" y se consideran suelos maduros típicos formados bajo la cubierta de pasto en las regiones de lluvia intermedia.

EL INTEMPERISMO EN LOS CLIMAS ARIDOS

En las regiones más áridas donde la precipitación es menor y especialmente donde existen estaciones húmedas y secas bien definidas, los perfiles maduros son bastante distintos. La cantidad de lluvia es generalmente insuficiente para humedecer el suelo profundamente y es raro que la infiltración sea suficiente para lixiviar las materias solubles del solum o suelo intemperizado. Las materias solubles lixiviadas del suelo generalmente se acumulan en los subsuelos al mismo tiempo que las arcillas que son arrastradas en suspensión. Como una ilustración de éste proceso, podemos considerar un suelo reciente de aluvión formado por material granítico y trazar los estados progresivos de intemperismo por el perfil completamente maduro.

En los suelos recientes o no intemperizados, habrá una condición más o menos uniforme de textura, estructura, consistencia y porosidad, desde la superficie hacia abajo hasta profundidades considerables. En algunos de estos perfiles hemos encontrado entre 1.5 y 2% de coloides en cada muestra tomada a una profundidad de dos metros en adelante.

En un suelo de origen semejante y bajo las mismas condiciones climáticas, pero más antiguo y sujeto al intemperismo durante algún tiempo, el horizonte B se em-

pieza a manifestar como un subsuelo más compacto y más denso. Los análisis han demostrado que ha tenido lugar la emigración de la arcilla hacia abajo con cerca de 4% de coloides en el horizonte A y con 10.84%, 10.71% y 8.29% en los tres horizontes B. Las acumulaciones más pesadas de arcilla se presentan de los 48 a los 94 centímetros y de los 93 a los 125 centímetros. Aparentemente, este suelo es casi idéntico al primero, consistiendo su diferencia solamente en su mayor densidad y en la consistencia del subsuelo.

Cuando se estudia un suelo todavía más antiguo que ha estado sujeto por largo tiempo al intemperismo bajo este clima, se han encontrado los subsuelos bastante densos, de consistencia dura cuando están secos, adhesiva cuando están húmedos y de un carácter coloidal distintivo. El color es mucho más rico, con una tonalidad café-rojiza que indica la mayor oxidación de los compuestos de hierro. El estudio de un perfil como éste, mostró 7.2% de coloides en el horizonte A y de 11.7 a 10% en los horizontes B con cerca de 9% en el horizonte C1.

Un suelo mucho más viejo expuesto a las actividades del intemperismo por un tiempo tal vez dos veces mayor que el arriba descrito, era de un color rojo pardo, que se vuelve rojo cuando se humedece, siendo los subsuelos mucho más rojos que la superficie. Los horizontes del subsuelo eran muy compactos y duros cuando secos, pero se suavizaban y se volvían adhesivos al humedecerse. La determinación de coloides mostró A : 7.02, B1 : 28.52, B2 : 14.40, B3 : 10.36, B4 : 8.36, C2 : 5.26 y C : 5.22%. A medida que los coloides se acumularon en los horizontes del subsuelo aumentaron la eficiencia del efecto filtrante y las mayores proporciones de arcilla se depositaron en las capas superiores del subsuelo. Este es un efecto característico generalmente observado: que los horizontes B superiores son más ricos en partículas finas de arcilla.

En las unidades maduras de esta familia de suelos formados por muchos miles de años de intemperismo, el depósito de la sílice, alúmina, hierro y otros compuestos en

los horizontes B causa una cementación que a la larga forma un saxeum permanente que no se suaviza cuando se humedece; pero que existe en el subsuelo en un estado semejante al de un lecho rocoso. Los análisis muestran que los coloides han sido precipitados en gran parte en una condición irreversible y no pueden difundirse por los métodos ordinarios. Un análisis mostró cerca de 6% en el horizonte A, 9% en el B1, 16% en el B2, que era el horizonte arcilloso justamente arriba del saxeum, pero sólo 3.6% en el saxeum mismo. Más abajo del saxeum, sólo había horizontes C que contenían de 3 a 5% de coloides. Este perfil representa el suelo completamente maduro formado por el intemperismo durante un largo tiempo y, aunque pueden ocurrir algunas modificaciones adicionales, no habrá ningún cambio radical en el carácter del perfil por razón de un intemperismo posterior.

Tales perfiles se forman donde la lluvia es insuficiente para lixiviar los materiales de cementación fuera de la masa del suelo y donde los períodos secos largos dan oportunidad a la libre oxidación y a la modificación de los materiales que constituyen el solum.

Cuando llegan las primeras lluvias comienza a desarrollarse la vegetación, que aprovecha gran parte del agua. Aunque la precipitación total indica una penetración normal del agua a profundidades como de dos metros, el aprovechamiento de la mayor parte del agua por las plantas entre los períodos de lluvias puede reducirse la penetración a la mitad o sea cerca de un metro. Como los suelos son, desecados por la vegetación y no por la evaporación, las materias solubles arrastradas dentro del suelo por las lluvias, se depositan en los horizontes del subsuelo. A esto se debe que se produzca una cementación que llega hasta el saxeum.

Con materiales madres de diferente composición se forman saxeums de distintos caracteres; calci-saxeum, ferro-saxeum, silisaxeum, etc., que dependen del carácter del material de cementación que fué arrastrado a los horizontes del subsuelo.

Bajo estas condiciones de lluvia limitada, distribuidas en estaciones seca y húmeda, con un clima que permite el crecimiento de las plantas durante la estación de lluvias, el perfil maduro característico muestra un horizonte de saxeum.

En todas estas formaciones el factor **tiempo** transcurrido es esencial en la fórmula de formación del suelo, para desarrollar un suelo maduro durante un largo período de intemperismo, sin erosión u otras influencias modificantes que concurran.

Con idénticas condiciones de clima y material madre, pero con condiciones pobres de drenaje en el período de intemperismo, el perfil del suelo será muy diferente. A un mal drenaje corresponde un alto nivel del agua freática y una gran evaporación de la superficie del suelo. Cualesquiera sales solubles en las aguas freáticas se concentrarán en la superficie y en las partes superiores de los horizontes A formando acumulaciones de álcali. Si estas sales fueran principalmente cloruros y sulfatos, el suelo sería más o menos grumoso y con una estructura que permitiría el movimiento fácil del agua a través del mismo. La coagulación de los coloides reduciría su movimiento de una manera muy notable dentro del suelo, desde un horizonte B y la superficie u horizonte A puede volverse tan pesada como los subsuelos. Cuando durante las inundaciones y estaciones de fuertes lluvias, las sales se disolvieren y fueren llevadas al interior del suelo, las arcillas podrían dispersarse y deslavarse hacia abajo hasta formar horizontes B más pesados. Esta acción sería bastante lenta en comparación con la acción en un suelo salino, bien drenado, pues el horizonte B1 de un suelo salino es generalmente el de textura más pesada y descansa muy cerca de la superficie. El horizonte A es generalmente delgado.

Si las sales presentes fueran carbonatos de sodio tenderían a la descoagulación y dispersarían las arcillas, permitiéndoles ser libremente llevadas dentro del suelo y del subsuelo y formarían un suelo muy denso y ligeramente permeable con unos horizontes de subsuelo casi impermeables. El álcali ne-

gro o carbonato de sodio tiene horizontes del subsuelo muy densos que retienen el agua y se vuelven muy duros cuando se secan, formando blocks resistentes generalmente de estructura columnar y ocasionalmente la masa del suelo puede carecer de caracteres regulares estructurales. Como en las regiones áridas el mal drenaje ocurre casi siempre con la acumulación consecuente del álcali en cualquier forma, estas condiciones son comunes a los terrenos mal drenados.

Hay una condición con la cual el mal drenaje puede no estar acompañado del álcali. Esto sucede en las planicies anchas e inundadas o vasos que están tan nivelados, que el desagüe es lento y las inundaciones anuales cubren el suelo durante un período considerable del año. Como gran parte de esta agua corre en lugar de evaporarse, la acumulación de álcali es muy lenta, la vegetación se desarrolla vigorosamente durante el período de emergencia que empieza con la inundación y dura tanto tiempo como dura el agua. Esto proporciona mucha materia orgánica a la masa del suelo. Como los materiales que se depositan en esas áreas planas o ligeramente inclinadas están compuestos normalmente por arcilla, acumulan una arcilla **negra**, pesada, que tiene a menudo un subsuelo de color grissáceo. Superficialmente se asemejan a los "Chernozems" ya descritos, pero son fundamentalmente distintos por su modo de formación, composición y carácter y corresponden a una categoría distinta completamente.

El perfil del suelo corresponde al resultado de la acción sobre el **material madre** de las fuerzas comprendidas en el factor **clima**, complementadas por el efecto de la **cubierta vegetativa**. Los perfiles pueden estar en un estado de desarrollo no maduro e intermedio si el **tiempo** que ha pasado es insuficiente, y si el tiempo es suficiente pueden haber alcanzado un estado de completa madurez o un equilibrio entre las fuerzas y los resultados.

El tiempo, sin embargo, no puede medirse en años. Donde las fuerzas de intemperismo son bastante activas o intensas, el maduramiento de los suelos puede desarrollarse en un período de tiempo mucho menor que

el que se necesita en los lugares donde las fuerzas del intemperismo son menos activas. La resistencia del material madre es también un factor. Las rocas y los fragmentos de suelo resistentes de composición sencilla, generalmente se intemperizan más lentamente que los compuestos minerales más complejos y requieren un período más largo de tiempo para la maduración del perfil del suelo. El tiempo, entonces, se vuelve un término relativo que indica no sólo edad en años, sino edad en estado de desarrollo. Los suelos maduros no tienen todos la misma edad cuando se miden en años.

En toda esta exposición se ha supuesto que no ha habido una apreciable cantidad de erosión o depósito durante el proceso de intemperismo. Cuando cualquiera de estas actividades concurre, los horizontes A se alteran haciéndolos la erosión más delgados y los depósitos más gruesos. Estas modificaciones alteran materialmente el ciclo como se expondrá más tarde en los tópicos de saxeums y caliche.

SAXEUM, CALICHE Y TEPETATE

El saxeum es un horizonte de acumulación dentro del suelo que ha sido firmemente cementado hasta un endurecimiento semejante al de la roca y el cual no se suaviza al humedecerse. El verdadero saxeum está cementado por materiales que no son fácilmente solubles y es un lecho duro que, excepto cuando está fracturado, limita definitiva y permanentemente el movimiento descendente de las raíces y del agua. El término saxeum no es propiamente aplicado cuando se usa para designar lechos duros de arcilla, que no están cementados ni aquellos otros lechos que pueden parecer endurecidos cuando están secos; pero que se suavizan y pierden su apariencia rocosa cuando están húmedos. Los suelos no maduros pueden tener un horizonte con apariencia de saxeum, el cual, parcialmente cementado, no tiene el estado permanente de éste y generalmente se denomina saxeum no maduro o saxeum "suave".

Los saxeums son característicos de los suelos secundarios maduros y tienen un interés científico especial como indicadores de

la historia del desarrollo del suelo. Tienen prácticamente mucha importancia, puesto que limitan la profundidad del suelo útil a menos que estén quebrados o destruidos por explosivos u otros medios.

Los saxeums pueden desarrollarse por un número de causas muy variadas y pueden ser de distintas clases. Los que se presentan con más frecuencia son:

- 1.—Limonita saxeum.
- 2.—Sili-ferro-saxeum.
- 3.—Sili-calci-ferro-saxeum.
- 4.—Calci saxeum.

El primero de éstos se forma en las regiones húmedas donde la precipitación pluvial es grande, los suelos están continuamente mojados y la solución del suelo bien dotada de productos de descomposición orgánica. Se encuentran en ciertos suelos de las regiones frías como los "podsols" de la clasificación rusa. Un saxeum muy semejante se forma en las lateritas maduras de los trópicos húmedos. Todos estos no serán expuestos en este estudio.

Los sili-ferro-saxeums se forman por el intemperismo de los suelos secundarios bajo condiciones climatéricas de lluvia limitada, que se presenta en la forma de una estación húmeda y fría seguida de otra seca y caliente. Los principales materiales originarios son los granitos. El intemperismo progresivo de tales suelos ya se expuso.

En la descomposición de los feldespatos se forma una cantidad considerable de material semejante a la arcilla, el cual es acarreado por las aguas de infiltración a los subsuelos. Estas aguas acarrean también a los subsuelos sílice disuelto, fierro y muchas otras materias solubles. Siendo la estación de lluvias fría, pero no helada, permite el desarrollo de la vegetación y esto consume gran parte de la humedad del suelo. Como resultado la lluvia humedece el suelo a una profundidad de uno o dos metros solamente. Como la acumulación de arcilla en el subsuelo aumenta (acercándose más el suelo a su madurez) la penetración de la humedad disminuye progresivamente. Las materias solubles se precipitan en esta zona arcillosa cuando el suelo se seca por el crecimiento de las plantas y cementan los granos del sue-

lo unos contra otros. Muchos de los coloides son también precipitados en una forma irreversible y la zona enriquecida se vuelve firmemente cementada, principalmente por el silicato de aluminio que tiene gran cantidad de fierro. El fierro da un color café o rojo y los saxeums son llamados generalmente ferro-saxeum.

El sili-calci-ferro-saxeum se forma de la misma manera por el intemperismo progresivo de los suelos secundarios, la acumulación de arcilla en un horizonte del subsuelo y finalmente por la cementación de los materiales hasta convertir el horizonte en un verdadero saxeum. Estos sili-calci-ferro-saxeum están generalmente formados por material madre mezclado, en el cual los fragmentos de rocas sedimentarias o de rocas básicas ígneas proporciona cantidades considerables de calcio, hasta formar el carbonato de cal que se acumula en el horizonte de saxeum.

Los calci-saxeums pueden encontrarse formados por el mismo procedimiento, pero se encuentran en suelos derivados de rocas sedimentarias más o menos calcáreas o de rocas básicas ígneas. En el calci-saxeum la acumulación de arcilla no puede ser tan marcada, porque si hay mucha cal presente en el suelo intemperizado, las arcillas pueden ser coaguladas y no tan fácilmente acarreadas por las aguas hasta los subsuelos.

En estas explicaciones de las formaciones del saxeum, se supone que los suelos se presentan como depósitos aluviales, de un declive relativamente ligero y que están sujetos a una pequeña erosión, sin recibir depósitos durante la mayor parte del período de su intemperismo. Bajo tales circunstancias el horizonte de saxeum será muy distinto, de un espesor moderado (generalmente de 50 a 100 centímetros) y más duro en su parte superior que en su parte inferior. Más abajo del horizonte de saxeum existirá un material de suelo relativamente no intemperizado, semejante a aquél del cual el suelo fué formado.

Para poner esos suelos en uso agrícola es posible quebrar los saxeums por medio de explosivos permitiendo la penetración profunda de las raíces. De esta manera se pue-

den establecer huertas y viñedos en estos suelos. Donde el saxeum está muy cerca de la superficie y es relativamente delgado puede quebrarse con arados fuertes, de mucha penetración, haciendo el suelo útil para otras cosechas y ocupando completamente el campo.

Si durante el proceso del intemperismo del suelo la erosión es activa, el carácter del saxeum puede modificarse, pudiendo no formarse. Para que se forme en las condiciones típicas se necesitan condiciones de clima y de intemperismo relativamente uniformes por largos períodos de tiempo.

Si el depósito del material del suelo en los abanicos aluviales o en los planos continúa lentamente durante el período de intemperismo, el saxeum experimentará modificaciones características. Más adelante explicaremos la formación de un calci-saxeum grueso bajo tales condiciones.

En muchas regiones áridas se encuentran calci-saxeums muy gruesos llamados a menudo caliches en las Américas, y Kankar en la India. Su formación comienza de una manera muy semejante a la que se va a describir; pero cuando el saxeum se aproxima al estado de cementación dura, se le deposita en la superficie un nuevo suelo adicional. Este es relativamente rico en cal que proviene de las colinas o de las montañas formadas por rocas calizas. La poca penetración de las lluvias arrastra la cal hacia los subsuelos, los cuales, al secarse por el desarrollo de las plantas, retienen una pequeña cantidad de cal depositada en la superficie del horizonte de saxeum. Esta operación repetida por muchos siglos es la que da lugar a la formación del horizonte de caliche.

En estas regiones desérticas los depósitos recientes en los abanicos aluviales, formados de un material que proviene de rocas ígneas, sedimentarias o básicas, generalmente contienen suficiente cal a través de todo el perfil para dar efervescencia con ácido clorhídrico diluído. Los suelos más antiguos que muestran cierto grado de intemperismo, tienen comunmente subsuelos calizos, pero los suelos superficiales no hacen efervescencia, lo cual demuestra el movimiento de la cal hacia abajo.

El solum está siempre sujeto a la erosión del viento en mayor o menor grado lo cual se demuestra por la concentración de los guijarros y la grava en la superficie por la eliminación de los materiales más finos.

Se han lanzado algunas teorías acerca de la formación del caliche por el movimiento ascendente del agua por capilaridad, la cual arrastra la cal desde los substratos más profundos a la superficie. Hay algunas objeciones a tales teorías.

(1).—Los experimentos demuestran que la capilaridad eleva el agua solamente cortas distancias y no lo suficiente para elevar las aguas freáticas profundas hasta los horizontes donde se ha formado el caliche.

(2).—Muchos de los horizontes de caliche son bastante impermeables, evitando de una manera efectiva el movimiento de las soluciones de cal a través de ellos.

(3).—A veces los lechos gruesos de caliche tienen estratos de textura arenosa o gravosa con pequeña cementación; esto no puede ser tomado en consideración, para la teoría de la elevación capilar; pero sí se explica fácilmente como el resultado de un período breve de depósito rápido seguido por un período característico de depósito lento y de intemperismo.

Todavía hay otras objeciones a la teoría de la formación por elevación capilar, así como otras teorías que se basan en la acumulación de materiales que provienen de las partes más bajas. Yo creo que es suficiente lo dicho para convencerse de que la formación se verifica por la acumulación desde la superficie, a lo cual concurren las condiciones de intemperismo y la presencia del saxeum.

Este modo de formación también se toma en cuenta en la formación de los sili-ferro-saxeums muy gruesos y de los sili-calci-ferro-saxeums que se forman a veces. Estos se encuentran comunmente en los lugares donde la lluvia anual es pequeña en cantidad irregular, condiciones que favorecen los depósitos ocasionales de los residuos de los abanicos de aluvión.

En una gran parte de la Mesa Central los suelos descansan en una formación ro-

cosa más o menos estratificada y de distinta dureza y consolidación; esta formación se conoce con el nombre de "tepetate" y algunos la confunden con el saxeum. El tepetate difiere del saxeum por muchas circunstancias, pero desde el punto de vista de un suelo hay una diferencia notable.

El tepetate es una formación geológica depositada y consolidada por el proceso geológico normal hasta una consistencia semejante a la de la roca, se está **intemperizando para formar un suelo** y su existencia es anterior a la formación del suelo. El saxeum, por el contrario, **ha sido formado por el intemperismo del suelo** debajo del cual descansa y es posterior a la formación de dicho suelo. El saxeum se forma por el intemperismo de los suelos secundarios, mientras que el tepetate es una formación rocosa que ha formado suelos primarios por la acción del intemperismo. Por tepetate puede entenderse un estrato que contiene cantidades apreciables de cal y puede tener una semejanza superficial con el caliche, pero comunmente su material no es calcáreo. El tepetate es generalmente grueso y siempre se profundiza hasta otras formaciones rocosas consolidadas; el saxeum generalmente tiene debajo suelos permeables y, cuando es grueso, contiene horizontes de material de suelo sin consolidar y sin cementar. El saxeum está formado dentro del suelo y proviene de él; el tepetate ha sido destruido por el intemperismo para formar suelo. Estas son diferencias edafológicas fundamentales y generalmente son suficientemente claras para distinguir las de una manera fácil.

El saxeum es de interés tanto científico como práctico, indica la historia del suelo así como su edad y su estado de desarrollo, es de gran importancia para el ingeniero hidráulico y para el rancharo puesto que limita la penetración de las raíces y del agua, afectando de una manera capital el valor productivo de la tierra. El tepetate produce los mismos efectos que el saxeum denso y profundo, pero no indica la historia de la formación del suelo y no es del mismo interés edafológico.

EL TIPO

El suelo "tipo" es aquél que en todos los lugares donde se encuentra tiene una textura de solum, relativamente uniforme, y unas características de perfil relativamente uniformes también. Es la **unidad** de clasificación y la unidad en el levantamiento de planos agrológicos.

El nombre del tipo se forma por la combinación del nombre de la serie a la cual pertenece y la textura del solum, por ejemplo: Migajón arenoso San Joaquín. El nombre de la serie (San Joaquín) significa los caracteres de perfil, los cuales son comunes a todos los miembros de la serie, mientras que la textura corresponde solamente al horizonte superficial o sea la parte del suelo que más le interesa al agricultor por ser la que ara, planta, cultiva, riega, etc. Comparando esta clasificación con la clasificación botánica, las "series" se asemejan a las especies como "avena", y el tipo a las subespecies o variedades de las especies, como "avena sativa", "avena orientalis" o "avena nuda".

Se ha intentado dar al tipo un nombre que sea más descriptivo; en Illinois, hace algunos años se describían los suelos por su textura, color y consistencia como "migajón arenoso pardo sobre arcilla dura gris", etc. Esto dió al principio unos resultados regulares, pero a medida que los estudios de los suelos progresaron se encontraron muchas dificultades; algunos migajones arenosos pardos tenían una reacción muy ácida, otros eran neutros, otros compuestos de fragmentos minerales de distinta composición y, otros más, compuestos principalmente por materiales silicios; algunas arcillas grises pueden ser ácidas, otras pueden ser calcáreas; sería imposible indicar estas diferencias en el nombre, pues éste se volvería todo un párrafo de descripción.

Al adoptar el sistema usado en otras ciencias y significar con el nombre de la serie la mayoría de las características, la nomenclatura es más simple y más útil. El sistema de Illinois sería bueno para un área reducida teniendo pocas series, pero no es aplicable en grandes áreas de suelos com-

plicados. Su uso se ha abandonado y el Estado de Illinois está ahora de acuerdo con el uso de la nomenclatura de series y tipos actualmente adoptada en todos los Estados de la Unión Norte Americana.

El estudio de los planos de suelos publicados en todo el mundo, demuestra la tendencia general a este mismo sistema de nomenclatura. Un plano reciente de un levantamiento agrológico hecho en Turquestán, en Rusia, muestra la "arealla Chandar" así como otras designaciones semejantes; las series no pueden ser las mismas que en los Estados Unidos, pero el sistema de Nomenclatura es idéntico.

El "tipo" ideal es uniforme en todos sus caracteres; dondequiera que se encuentre el Migajón arenoso San Joaquín, tiene las mismas características de perfil, el mismo origen, formación, drenaje y configuración superficial. En el perfil la textura, estructura, color, consistencia, porosidad y arreglo de los horizontes es el mismo. Esta es la condición típica ideal.

En la práctica raramente sucede esto; las pequeñas diferencias de clima, vegetación, origen, etc., producen pequeñas variaciones en algunos lugares del perfil; esto puede ser de tan pequeña importancia que no modifica de ninguna manera las relaciones del suelo con la vegetación y se incluyen en el mismo tipo. Si estas variaciones en el tipo son considerables, se reconocen como una "fase" o como un nuevo tipo.

La "fase" es la subdivisión del tipo que comprende las variaciones de sus características que no son suficientes para justificar el establecimiento de un tipo nuevo; las variaciones de la "fase" pueden comprender la textura del solum como por ejemplo la presencia de una área dentro del migajón arenoso San Joaquín que tiene arcilla suficiente para hacerlo bastante adhesivo cuando está húmedo y demasiado duro cuando está seco; esto podría considerarse como "fase de textura pesada" o una "fase arcillosa" del tipo. La cantidad de arcilla no sería suficiente para construir un "migajón arenoso arcilloso" u otro tipo distinto, pero tendría

la suficiente importancia para ameritar ser reconocido.

Las variaciones de la "fase" pueden radicar en las características de la serie en color, origen, sucesión de los horizontes, o algún otro factor semejante y deben reconocerse de la misma manera que la fase de textura.

Así como hay pequeñas diferencias dentro de una variedad, así también hay variaciones en el tipo de suelo, y si la desviación del tipo ejemplar es de importancia mayor, se establecerá un tipo nuevo.

El tipo no es sólo de importancia para el agrólogo, también es de mucho interés para el agricultor y para otros que se dedican a las actividades agrícolas; las características del suelo, se reflejan directamente en el desarrollo de las plantas; esto se demuestra particularmente en la vegetación nativa o silvestre. Los suelos cubiertos de pastos son distintos de los suelos cubiertos de arbustos; las especies de Artemisia, ocupan suelos distintos de los que ocupa la Covillea (Gobernadora) y diferente de los que ocupa el Atriplex (Chaparro Salado). La vegetación nativa radica en aquellos suelos que con más facilidad y más completamente llenan las condiciones necesarias para su desarrollo; las plantas cultivadas muestran las mismas relaciones y el agrónomo debe saber cuáles son las especies y las variedades que mejor se adaptan a determinado tipo de suelo. Es posible para el agricultor por medio de labores, abonos, drenaje, etc., modificar las relaciones entre el suelo y los cultivos para hacer posible el establecimiento de otros más variados; el límite hasta el cual puede llegarse depende del carácter del suelo, las necesidades del cultivo y el trabajo y gastos necesarios para ejecutar este cambio de carácter. Los suelos que por naturaleza son capaces de llenar las necesidades de un gran número de cultivos, son seguramente los de mayor valor agrícola.

El levantamiento de planos de los tipos de suelos, encierra problemas de considerable magnitud. El agrólogo debe tener en cuenta el tipo de suelo ejemplar y compararlo con el de la localidad o sección que es-

tá estudiando; debe determinar y decidir si las desviaciones del tipo ejemplar, son de suficiente importancia para establecer un nuevo tipo o sólo una fase. No es fácil guardar en la memoria las características de varias series y tipos de suelos, por eso el agrólogo cuidadoso debe tener un buen libro de notas donde encuentre la descripción detallada de todos los suelos en los cuales ha trabajado; esto será de gran ayuda cuando necesite recordar las características de un suelo.

La determinación de la textura de un suelo se hace en el campo por el tacto, y se ratifica después con toda la exactitud posible en el laboratorio, por medio del análisis mecánico. La determinación en el campo puede hacerse con bastante exactitud cuando se tiene experiencia, frotando simplemente entre los dedos una muestra húmeda del suelo. El hombre experimentado rara vez se equivoca.

Estos grados de textura, como se muestra en el diagrama triangular, tienen una variación considerable por su composición mecánica y las mayores dificultades se encuentran en los suelos que se colocan cerca de los límites de dos texturas diferentes; aquí es donde el agrólogo debe usar todo su buen criterio y experiencia.

Los caracteres físicos de los 6 grados de textura principales, se formulan de la manera siguiente:

Arena:

La arena es suelta y granulosa. Los granos individuales se ven y se sienten fácilmente. Cuando se comprimen en la mano, si están secos, caen separadamente al dejar de oprimirlos. Si se comprimen cuando están húmedos, forman un molde, el cual se desmorona al tocarlo.

Migajón arenoso:

Es un suelo que contiene mucha arena pero que tiene bastante limo y arcilla para hacerlo un tanto coherente. Los granos individuales de arena pueden ser fácilmente vistos y sentidos. Si se comprimen cuando

está seco, forma un molde que fácilmente se desmorona; pero si se comprime cuando está húmedo, el molde puede ser manejado cuidadosamente sin que se quiebre.

Franco:

Es un suelo que tiene una mezcla relativamente constante de los diferentes granos de arena, de limo y de arcilla. Es blando y ligeramente arenoso o áspero al tacto, aunque regularmente no muy áspero y ligeramente plástico. Al comprimirlo, estando seco, forma un molde que se puede manejar con cuidado, en tanto que el molde formado por la compresión del suelo húmedo puede ser manejado con toda libertad sin que se quiebre.

Migajón limoso:

Es un suelo que tiene una textura fina. Cuando seco puede aparecer completamente terronoso; pero los terrones se pueden quebrar fácilmente y cuando se halla pulverizado es suave y harinoso al tacto. Cuando este suelo está mojado escurre fácilmente sin separación de sus partículas. Ya esté seco o húmedo, forma moldes que pueden manejarse fácilmente sin romperse, pero cuando se humedece y comprime entre el pulgar y el índice, no forma una cinta, sino que por el contrario, aparece quebrado.

Migajón arcilloso:

Es un suelo de textura fina que generalmente se quiebra en terrenos que son duros cuando están secos. Cuando está húmedo, si se comprime entre el pulgar y el índice, forma una cinta delgada, quebradiza, que difícilmente sostiene su propio peso. Este suelo, cuando está húmedo, es plástico y forma un molde que soporta gran manipulación. Cuando se le comprime en la mano no se desmorona fácilmente, sino que tiende a formar una masa fuertemente compacta.

Arcilla:

Es un suelo de textura fina que comun-

mente forma terrones o bolas muy duras cuando se seca y es completamente plástica y generalmente pegajosa cuando está húmeda.

Cuando esta tierra húmeda se prensa entre el pulgar y el índice, forma una cinta larga flexible. Algunas arcillas finas muy abundantes en coloides, son desmenuzables y carecen de plasticidad, cualquiera que sea su condición de humedad.

Suelos pedregosos:

Todos los grados indicados del suelo, si se encuentran mezclados con una cantidad considerable de grava o piedra, se les designa como: **Migajones limosos-pedregosos**, **Franco-gravosos**, etc.

Tanto las arenas como los migajones arenosos pueden ser subdivididos en gruesos, medios, finos y muy finos y de la misma manera los migajones areno-arcillosos, arcillas arenosas, migajones limo-arcillosos, arcillas-limosas, etc. Cada uno de estos tiene su tacto característico que puede ser reconocido por el Edafólogo experimentado.

Es muy necesario ratificar por medio del análisis mecánico la designación hecha al tacto en el campo, para evitar la tendencia a aumentar constantemente cualquier error personal, designando los suelos como más o menos finos de lo que realmente son. Cuando se encuentran grupos grandes de agrólogos, es muy conveniente estudiar y discutir acerca de la precisión al tacto de algunos suelos, para conservar un criterio uniforme.

La exactitud de un plano es de más importancia que la exactitud en el juicio de la textura o de las series. Para hacer un plano valioso, cada color debe indicar un suelo de la misma clase y carácter. Si se incurre en un error al juzgar la textura y se ha llamado franca ligera a un migajón arenoso, el error puede corregirse fácilmente cambiando el nombre después de haber hecho el análisis mecánico, el cual demuestra la composición verdadera; pero si se incurre en un error, juzgando como uniforme dos áreas de materiales distintos, la corrección no es posible sin repetir el levantamiento. La exactitud del plano depende solamente del empeño y honradez con que se haga el traba-

jo de campo. Al usar el informe y el plano y al oír las críticas que se hagan de ellos se demostrará si el trabajo ha sido bien hecho, casi siempre los que usan los planos y los informes quedan gratamente sorprendidos por la riqueza de detalles que encuentran en ellos.

RESUMEN:

El tipo es la unidad edafológica y se basa en las características de la serie y la textura de los horizontes superficiales; tiene relaciones definidas agronómicas y económicas y todo aquél que se dedica a la Ciencia Agrícola desde cualquiera de sus aspectos, debe saber que el tipo tiene una influencia fundamental en sus investigaciones. Todos aquellos que trabajan con el suelo, deben conocer su tipo, como el botánico conoce las especies y variedades de plantas o como el químico la valencia y reacción de sus reactivos.

LA SERIE

La "serie" comprende un grupo de "tipos" que tienen las mismas características de perfil (color, estructura, consistencia, porosidad y orden de horizontes) las mismas condiciones generales de configuración superficial, topografía y drenaje y generalmente un origen y modo de formación comunes o semejantes. Un grupo de "tipos" de íntima semejanza en todos conceptos, con excepción de la textura del solum.

El nombre de la "serie" se toma de una manera arbitraria de algún factor geográfico como el nombre de la ciudad, pueblo, río, escuela o rancho que están situados dentro del área donde la serie descrita se encontró por primera vez. Sería ideal encontrar para las series un nombre descriptivo que por sí mismos denunciaran sus características; pero las características que distinguen las series son tan diversas y numerosas que han resultado impracticables tales nombres descriptivos y la ciencia del suelo, como todas las demás ciencias ha tenido que hacer su propia nomenclatura; la serie San Joaquín en Edafología tiene su propio significado co-

mo lo tienen Avena u *Hordeum* en Botánica o Cloro en Química y si los botánicos y los químicos deben aprender el significado de estos términos, los edafólogos deben aprender el significado de los nombres de las series.

Cada serie comprende varios tipos que difieren principalmente en la textura de los horizontes superficiales; la serie Letras puede comprender la arena Letras, etc. Las piedras o la grava pueden modificar la textura y dan lugar a la franca-pedregosa Letras, el migajón arenoso-arcilloso Letras, etc. Las diferencias de textura causan la separación en tipos pero todos los tipos de una serie tienen unas características de perfil comunes; el color, la sucesión de los horizontes y otros factores serán muy semejantes, así como el origen y modo de formación serán idénticos; drenaje y topografía y configuración superficial serán prácticamente los mismos y, en pocas palabras, todos los factores, con excepción de la textura de la superficie, deben ser relativamente uniformes.

Aunque la serie ideal supone uniformidad en todas las características, excepto en la textura del solum, realmente las series admiten un cierto grado de variación en cada uno de estos caracteres; no es fácil encontrar en el campo suelos que cambien rápidamente en cualquiera de sus factores importantes; los cambios son comunmente graduales y progresivos y los límites de una serie tienen que admitir, para su establecimiento, un cierto grado de variación en cada dirección; la variación que se permite difiere considerablemente en las distintas series. Algunas series son notablemente uniformes en todos sus conceptos, mientras que otras pueden tener uno o dos caracteres que normalmente varían de una manera considerable; pero que no modifican suficientemente las características del suelo para justificar el establecimiento de una serie nueva; en algunas series el color puede variar en varios tonos, mientras que en otras series el color puede ser uniforme; algunas veces el espesor, consistencia o estructura de ciertos horizontes puede variar en diversos tipos de la serie, mientras que en otras series estos factores pueden ser muy uniformes. Eso

también sucede en otras ciencias; algunas especies y variedades de plantas son muy uniformes en todas las características mientras que otras difieren de una manera bastante grande; la Lantana se distingue por la variedad en color de sus flores, el melón cantaloupe produce frutas muy diferentes en calidad, el ganado Holstein no siempre tiene el mismo tamaño, color y capacidad productiva. Pero todas estas variaciones dentro de la serie son de pequeña importancia, en otras palabras tan pronto como se encuentren diferencias de mayor importancia se reconocerá y nombrará una serie nueva así como las diferencias notables provocan el reconocimiento de nuevas especies, variedades o razas de plantas o animales.

Los factores que distinguen una serie de suelo de otra, pueden ser de fácil reconocimiento y pueden ser obscuras y difíciles de encontrar; generalmente las diferencias de origen o modo de formación no son difíciles de separar o de interpretar; el origen lo indica la composición mineralógica de las partículas, así como el grosor y el grado de intemperismo de los fragmentos es la fuente más segura de evidencia; en los suelos primarios es generalmente muy fácil de determinar el origen; en los suelos secundarios puede ser bastante difícil, especialmente en los de textura fina. En las regiones áridas es posible a menudo tener muchos datos acerca del origen, por la geología de las colinas o de las montañas en las cuales tienen su origen las corrientes que transportan el material. Algunas veces es necesario calificar el origen como "mixto" o también como "indeterminado".

El modo de formación, la topografía, el drenaje y otros factores semejantes pueden determinarse casi siempre con relativa facilidad. Las características de perfil en cambio son las más difíciles tanto de determinar como de interpretar. La mejor manera de estudiarlas es hacer excavaciones de un tamaño que permita entrar en ellas para estudiar detenidamente todo el perfil: El número de tales excavaciones no puede ser muy grande y casi todos los estudios de perfiles tienen que ser hechos con la barrena y ayu-

dados por tantas excavaciones grandes como sea necesario o posible.

Las características del subsuelo son las que tienen la mayor influencia en la separación de las series; en los horizontes "B" está concentrada una gran cantidad de los factores que determinan la serie y requieren por eso la mayor observación y el estudio más detenido; estos horizontes tienen los datos de la edad o estado, desarrollo del material del suelo, de la influencia del clima y de cualquier cambio en las condiciones climáticas, de la composición de las sustancias solubles o diseminables que pueden haber sido deslavadas de los horizontes "A" o superficiales. Así como el estudio de los horizontes superficiales es de la más grande importancia al determinar el grado de textura del tipo, el estudio de los horizontes del subsuelo es lo principal para determinar la serie. No sólo los factores físicos deben ser estudiados, sino también los factores químicos; la presencia o ausencia de carbonato de calcio es bastante fácil de determinar; pero la diferencia fundamental entre algunas series, puede radicar en la composición de la fracción coloidal o en el intercambio de bases y esto sólo puede determinarse en el laboratorio.

No deben establecerse series nuevas a menos que los caracteres que las diferencian de otras series sean consistentes y de una importancia suficiente desde los puntos de vista agronómico o edafológico para hacer la separación. La estratificación de los suelos, en los suelos secundarios recientes, por ejemplo, puede ser tan irregular y complicada que se haga de todo punto imposible distinguir las zonas en cualquier plano; en otros casos, en cambio, estos subsuelos pueden tener a veces una textura ligera o a veces una textura pesada, cuya diferencia puede ser lo suficientemente importante desde el punto de vista agronómico, para establecer una serie distinta.

En algunos suelos con subsuelos densos y compactos puede haber diferencias en densidad o compacidad que se distinguen fácilmente por la barrena; pero que no tendrían sino muy pequeño efecto en el movimiento del agua o en la penetración de las raíces

y no ameritarían el establecimiento de una nueva serie. Una serie con un saxeum de 50 a 75 cms. de espesor, en la mayoría de los casos se separaría al encontrar otro saxeum que tuviera más de un metro; aunque ambos evitan efectivamente la penetración del agua o de las raíces; pero el horizonte de saxeum más delgado puede quebrarse por medio de explosivos y su efecto quedaría destruido mientras que el de un espesor excesivo haría esta destrucción cara e impracticable.

Hay otros factores de menos significación aparentemente que pueden servir para justificar la separación de las series; como por ejemplo, la presencia de pequeñas cantidades de carbonato de calcio en los subsuelos de una serie justifican su separación de otros de la misma apariencia, pero sin cal. Esta separación se justifica, porque teóricamente esa presencia de cal indica diferencias en edad o en el comportamiento del suelo bajo las fuerzas que lo forman, así como la probabilidad de que existan otras diferencias químicas en la composición, que pueden modificar materialmente sus funciones.

La clasificación de los suelos en series se basa en las diferencias de carácter y composición que se consideran de suficiente importancia agronómica o edafológica. Algunas series pueden ser bastante uniformes en todas sus características, otras pueden comprender variaciones de magnitud considerable en una o más de ellas; las nuevas series se reconocen y establecen donde las variaciones son suficientes para mostrar diferencias en la génesis o la historia del suelo o un efecto apreciable en el desarrollo de las plantas.

RESUMEN:

La serie con sus tipos de textura es la base de la clasificación, levantamiento de planos y estudio del suelo, y como toda agricultura depende del suelo, las series deben ser conocidas y estudiadas con la misma energía y concentración con que son estudiadas las especies y variedades de las plantas y animales que se desarrollan sobre él. Las series tienen características distintas e in-

dividuales que son tan definidas como las que distinguen las variedades de plantas o animales.

EL SIGNIFICADO AGRICOLA DE LA SERIE

Desde hace mucho tiempo se reconoce que los cultivos no se desarrollan de la misma manera en todos los medios, y que en una misma localidad, donde las condiciones climatéricas son iguales, los resultados varían con los suelos. La vegetación silvestre difiere en suelos de distintas características; los cultivos plantados en suelos de diferentes caracteres dan rendimientos diferentes.

En las regiones que han sido cultivadas durante siglos y que tienen suelos distintos, los cultivos destacan en ciertas áreas cuyos suelos son más propios para su producción; esta selección es comunmente involuntaria; al principio se planta sin poner atención al carácter de los suelos o a su adaptabilidad al desarrollo de ciertas plantas; pero como los cultivos bien adaptados a ciertos suelos, dan buenos rendimientos y los que no se adaptan dan malas, estos últimos cultivos se van eliminando gradualmente y se van cultivando en otro suelo al cual se adaptan mejor. Algunas veces los cultivos en una región se corresponden con los suelos sobre los cuales se desarrollan más económicamente; esto se nota especialmente en los cultivos perennes y de una manera particular en las huertas o viñedos.

En una región de clima favorable, el desarrollo y producción de un cultivo dado puede determinarse por el medio en que se desarrollan las raíces. El desarrollo de las raíces alcanza su mayor extensión en los horizontes A profundos y en los horizontes B superiores; de aquí que los horizontes A y B sean característicos de la serie, siendo generalmente los últimos bastante uniformes en todos los tipos de la misma. Si las diferencias en las condiciones del suelo o del subsuelo son de tal magnitud que causen el cambio en el desarrollo de las plantas, deben ser también suficientes para causar el establecimiento de una serie nueva. En otras

palabras, nosotros creemos que las características del suelo en las cuales se basa la clasificación de series, son también características que determinan el crecimiento de las plantas. Uno de los factores que controlan dicho crecimiento es la cantidad de alimento asimilable que contiene el suelo, éste depende de la composición del suelo, el cual a su vez es determinado por el origen del material madre y su comportamiento ante las fuerzas del intemperismo, todo lo cual determina las características de la serie.

La capacidad del suelo para retener y suministrar agua para el uso de las plantas, su grado de aeración, la penetrabilidad de los horizontes al agua y a las raíces, las condiciones de drenaje, etc., son características del tipo y de la serie que al mismo tiempo modifican el comportamiento de la planta que lo usa como medio.

Las relaciones entre la planta y el suelo no corresponden solamente a las series y las especies; sino también a los tipos y variedades. El profesor B. L. Watts, decano del colegio del Estado de Pennsylvania, encontró que la variedad Stone de jitomates dió un fruto de muy buena calidad en el migajón arcilloso Dekalb, mientras que la variedad Queen producía un fruto de forma irregular y de mala calidad para el envase; pero en el migajón arenoso Sasafres, la variedad Queen daba unos jitomates tersos y arredondados, y la variedad Stone los daba de forma irregular e inservibles para el envase. Se demostró con esto el cambio directo del crecimiento producido principalmente por las condiciones del suelo. Al estudiar la historia de estas dos variedades, se encontró, que la variedad Stone es originaria de suelos pesados, mientras que la variedad Queen lo es de suelos arenosos bien drenados; cada una representa su adaptación al suelo en el cual tuvo su origen.

Henry J. Wilder encontró que la manzana Northern Spy cultivada en suelos de textura media, bien drenados, daban un fruto de excelente calidad, que tenía una consistencia frágil y un olor delicioso; pero estos mismos manzanos, en suelos que tenían subsuelos pesados y mal drenaje, el fruto era

de mala calidad y difícilmente se podría reconocer a qué variedad pertenecía.

En el Noroeste de Arkansas, la serie de suelos Fayetteville producía fresas de la mejor calidad, mientras que en la serie Clarksville de los alrededores, los frutos que se producían tenían sólo un pequeño contenido de azúcar, un color pálido y un olor casi imperceptible. Gosby (*Utilization of the Soils of the Gilroy Region*, S. E. Gosby, Hilgardia Vol. 1, No. 18, 1926) ha demostrado una relación muy estrecha entre las variedades de ciruelas y los suelos, en el valle de Santa Clara, California; la ciruela Francesa se desarrolló mejor y dió cosechas más productivas. cultivada en el migajón limoso Yolo, mientras que la Ciruela de Azúcar dió las cosechas más satisfactorias cultivada en el migajón limoso Pinole; el migajón limoso Yolo es un suelo reciente con un subsuelo permeable muy profundo, mientras que la serie Pinole es semi maduro, con un subsuelo de textura pesada, denso, compacto y muy ligeramente permeable; la ciruela Francesa no se desarrolla ahí tan vigorosamente como la Ciruela de Azúcar. En sus primeros años ambas variedades se desarrollaban mejor en el suelo profundo Yolo, pero después de algún tiempo de cultivo, la Ciruela de Azúcar dió los mejores rendimientos en las tierras relativamente pobres de la serie Pinole, mientras que la ciruela Francesa daba malas cosechas en el migajón limoso Pinole; pero excelentes en el migajón limoso Yolo. En esa región los agricultores hablan del migajón limoso Pinole como de la "tierra de la Ciruela de Azúcar."

Estas ilustraciones podrían complementarse por otras muchas que se sumarían a la evidencia de que hay relaciones definidas entre el suelo y la planta, que pueden correlacionarse con la serie y el tipo.

También es verdad que algunos cultivos se han desarrollado con mucho éxito en suelos de caracteres muy distintos; en la mayoría de estos casos el agricultor ha modificado el suelo con sus métodos propios de laboreo, fertilización, encalado, drenaje, etc., y la ha hecho más adaptable a sus cultivos. Esta posibilidad es muy buena, pues de otra manera, el agricultor tendría una restricción

para cultivar aquellas plantas que le dieran buenas utilidades. Pero la modificación de un suelo para hacerlo más adaptable a ciertos cultivos, requiere mucho trabajo o gasto, y en algunas ocasiones la inversión del capital necesario puede ser antieconómica y desatinada; en otros casos esta modificación puede ser imposible.

Al seleccionar la tierra para desarrollar cierta actividad agrícola, es claro que hay que hacerlo en los lugares donde sea buena por naturaleza y que demuestre la adaptación más favorable de un vasto grupo de plantas; seguramente que las series y tipos que tengan condiciones desfavorables como saxeums, arcillo compactum, álcali, mal drenaje, textura excesivamente porosa, etc., deben repudiarse si es posible. Y si por medio del trabajo experimental o por la práctica adquirida en cualquiera parte, pueden determinarse los cultivos que mejor se adaptan a las tierras de un proyecto, se evitarán posibles errores si se informa acerca de ello a los nuevos colonos. Si es posible, el agrónomo y el edafólogo deben trabajar para encontrar las relaciones entre el suelo y los cultivos, para evitar así muchas pérdidas.

Hay muchas relaciones definidas entre las diferentes series y los cultivos que se desarrollan en ellas, y cuando estos cultivos se desarrollan en los suelos que más completamente satisfacen sus necesidades, será cuando se obtengan los mejores resultados económicos.

INTERPRETACION Y USO DEL ESTUDIO AGROLOGICO

¿Cuál es la información que el estudio agrológico ya publicado, con el plano y el texto, puede proporcionar acerca de la región que abarca? ¿Qué puede saberse de los suelos y de su uso posible, de los cultivos que pueden desarrollarse y de las condiciones para su mercado? ¿Qué información puede suministrar acerca de una porción determinada de tierra, un rancho o una hacienda?

El rancho, hacienda o porción de tierra puede ser localizado en el plano tomando como referencia las líneas establecidas que comúnmente se muestran en algunas regiones

los límites, en otras las líneas de concesión, etc., o pueden localizarse con referencia a los caminos o corrientes, por la distancia y dirección a las ciudades, cruceros u otros detalles; esto requiere una pequeña habilidad para "leer" un plano al mismo tiempo que el conocimiento de la situación verdadera del lugar que se busca, de acuerdo con los puntos que sirven de referencia.

Una vez que se ha localizado el terreno en el plano, la determinación de su carácter requiere el estudio de los datos útiles que puedan encontrarse en el plano y en el informe. Los colores del plano muestran los tipos de suelos que hay, la extensión y localización de cada uno de ellos en el terreno. El nombre del tipo indica la textura del solum. La lectura del informe da acceso a una descripción completa de cada uno de estos tipos, la textura, el color, la estructura, la porosidad, la consistencia, la permeabilidad, la sucesión y carácter de todos los horizontes del perfil, el origen, modo de formación, contenido de materia orgánica y en pocas palabras todas las características que sirven para diferenciar un tipo. El informe también explicará la topografía y configuración superficial, la elevación e inclinación de la tierra, las posibilidades de erosión y otros factores semejantes; el drenaje se explica en la descripción de cada tipo y se dedica un capítulo separado a las condiciones generales de drenaje de toda el área, si éstas lo requieren.

Si se encuentra presente el álcali, se mostrará en el plano de suelos o en un plano por separado y por las explicaciones que de éste se hagan en el capítulo del informe correspondiente al álcali; de este modo puede definirse el área de tierra dañada por el álcali; su concentración puede mostrarse por medio de un color especial en el plano de álcali o por medio de símbolos convencionales en el plano de suelos. En el capítulo correspondiente del informe se explicará la calidad del álcali y la combinación de las sales presentes; comúnmente se hace una discusión breve de las posibilidades de eliminación y de los medios de bonificación de esas tierras.

La irrigación se explica en el informe

en un capítulo separado, informando acerca de la fuente abastecedora, de la calidad del agua, de la facilidad para obtenerla, de su uso adecuado y de su costo. En la descripción de cada tipo se mencionará la relación del suelo con la Irrigación, discutiendo la permeabilidad, capacidad de retención del agua y otras relaciones de la humedad del suelo. El plano muestra el trazo de los canales de irrigación y de su examen y del de la topografía se deducirá la posibilidad de regar una porción determinada.

Para determinar los cultivos que pueden desarrollarse deben conocerse las condiciones climatéricas y las que se estudian en el informe en otro capítulo separado. En éste se dan todos los datos acerca de la precipitación pluvial, cantidad, distribución y carácter, con la máxima, mínima y media para cada mes; de la misma manera se registran las temperaturas, los datos de las primeras y últimas heladas, su duración y grado, los movimientos, direcciones e intensidades de los vientos; los datos acerca del clima se dan con brevedad y lo más completos que sea posible.

En el capítulo de agricultura hay una exposición general de los distintos cultivos que se desarrollan, los métodos de cultivos usados, los rendimientos que se obtienen, los métodos de fertilización, las enfermedades y plagas (insectos, etc.) así como otros factores. En la descripción de cada tipo se menciona brevemente el cultivo a que se destina discutiéndose extensamente, cuando sea necesario, las relaciones del suelo con algún cultivo especial. De aquí se puede obtener una amplia información relativa a los cultivos que se han desarrollado en suelos semejantes a los del terreno que se estudia, y si el investigador conoce las necesidades relativas al suelo que demandan los cultivos que tiene en proyecto, puede determinar si los suelos pueden o no suministrar esas demandas.

Los mercados y el transporte desde el rancho al mercado o al punto de embarque son de primera importancia; éstos son explicados brevemente en la introducción del informe. Un estudio del plano de suelos puede mostrar las distancias que hay del rancho a

los pueblos o a las estaciones de ferrocarril o si hay o no caminos adecuados; generalmente se explica en el informe si las carreteras son malas, aplanadas o pavimentadas y las líneas topográficas del plano mostrarán la clase de caminos por los cuales debe transportarse el producto.

En el plano pueden determinarse las localizaciones de las escuelas e iglesias y su distancia a las ciudades o a los pueblos.

En el informe se exponen los caracteres sociales, culturales y mercantiles; la historia y desarrollo de la región, carácter de la colonización, características raciales de los habitantes y otros factores semejantes; la calidad y cantidad de agua para usos domésticos, la salubridad de la comunidad, la facilidad de comunicaciones postales, rurales, telefónicas, telegráficas, etc., todo esto se discutirá de una manera breve.

RESUMEN:

Los datos que se pueden obtener del plano son la topografía de los suelos, su desagüe, elevación, las carreteras, ferrocarriles, canales, pueblos, etc. Los detalles que se pueden obtener del informe son los caracteres del suelo, álcali, irrigación, cultivos, clima, mercados, transportes y las condiciones económicas y sociales. De estas dos fuentes se puede obtener una información tan completa como sea necesario, relacionada con el área en general y con cualquier porción de tierra en particular. Todo lo que se requiere es un poco de estudio y una lectura cuidadosa de los tópicos que comprende el informe

LA CLASIFICACION DE LOS SUELOS EN GENERAL

Ha habido muchos intentos para clasificar los suelos de todo el mundo en categorías o grupos que muestren sus relaciones y hagan más sencilla la interpretación de las grandes áreas; estos esquemas de clasificación se han basado en factores diferentes, que han dependido del punto de vista del clasificador y del grado de conocimientos que posee acerca del suelo. Casi todos los primeros esquemas de clasificación se basaban en

los caracteres exteriores o en los factores independientes del suelo, mientras que los últimos métodos han tendido más y más a basarse en los caracteres del suelo mismo. La mayoría de los sistemas están comprendidos en uno o más de los siguientes grupos:

- Ecológico (vegetación nativa).
- Geológico (origen).
- Agronómico (uso agrícola).
- Climatérico (influencia de la precipitación pluvial y de la temperatura).
- Químico (reacción o composición).
- Edafológico (características del perfil del suelo).

Se ha llegado al acuerdo de que los suelos son el resultado de las relaciones mutuas del material madre, clima y tiempo como caracteres principales y vegetación, topografía y drenaje como factores secundarios; cada uno de éstos puede a su vez subdividirse y su efecto puede valorizarse con mayor precisión. La mayoría de las clasificaciones reconocen casi siempre el material madre (clasificación geológica, vegetación silvestre (ecológica), o el color del suelo (edafológica) y a menudo hacen subdivisiones muy aproximadas, dentro de estos grupos. Otras clasificaciones son francamente híbridas, (la geológica y la ecológica con más frecuencia) mientras que otras están íntimamente ligadas a las bases fundamentales del esquema.

En 1843 Eammons, en "The Agriculture of New York", levantó el plano de suelos de ese Estado y los clasificó sobre bases híbridas, como se puede ver por los siguientes Distritos: Distrito de Highland; de rocas primarias, Distrito de Taconic; distrito triaguero; Distrito de Southern Shale and Sandstone; Distrito pastal, etc.; esta clasificación es geológica, geográfica y agronómica en sus bases.

En 1885 Hilgard, en "The Cotton Soils of the United States" (Censo) usó también bases híbridas; suelos de caliza (geológica), suelos de pinos, suelos de caña, etc. (ecológica), suelos de saxeum rojo (edafológica).

D. D. Owen levantó el plano de los suelos de Tennessee sobre las mismas bases generales y en todas partes se han hecho clasificaciones semejantes.

En Europa los científicos del suelo comenzaron a valorizar la influencia del clima en el carácter del suelo, como lo demuestra el trabajo de Dokuchaev, Silbertsev, Rispolo-gensky y otros en Rusia y los de Rychthofen, Fallu, Waltker, Ramman y otros en Alemania. Desde entonces se ha ido construyendo gradualmente un número de sistemas semejantes en la mayoría de sus partes y basados en los factores clima y vegetación, que se evidencian principalmente en el color del perfil del suelo.

La clasificación Glinka (1914) se dividía en dos grupos principales: suelos Ectodinamórficos, cuya formación era influenciada principalmente por los factores exteriores y suelos Entodinamórficos, formados principalmente por sus factores internos o sean los contenidos por ellos mismos:

Ectodinamórficos.

- 1.—Condiciones de humedad.
 - A. Lateritas.
 - B. Terra Rosa.
 - C. Suelos Amarillos.
- 2.—Condiciones medias de humedad.
 - A. Potsols.
 - B. Suelos grises de Bosque.
 - C. Chernozioms alterados.
- 3.—Condiciones moderadas de humedad.
 - A. Chernozioms y Regur.
- 4.—Condiciones insuficientes de humedad.
 - A.—1. Castaños.
 2. Cafés.
 3. Grises.
 4. Rojos.
 - B.—1. Costras café.
 2. Costras de cal.
 3. Costras de yeso.
- 5.—Condiciones excesivas de humedad.
 - A. Ciénagas.
 - B. 1. Praderas montañosas.
 2. Tundras secos.
- 6.—Condiciones temporales de humedad excesiva.
 - A. Solonetz.
 - B. Solonchak.

Endodinamórficos.

1. Rendzina.
2. Suelos esqueléticos varios.

Las unidades de este esquema se designan por el color del solum o por términos

que indican el drenaje o la estructura. Cada una de estas "unidades" comprende muchas variaciones de carácter que no reconocen el esquema de clasificación.

En 1925 Gedroiz propuso un esquema de clasificación basado en la composición química de los compuestos de absorción y cuyas separaciones principales son las siguientes:

A.—Saturados con bases, (no contienen el ion H en los compuestos de absorción).

B.—No saturados con bases (contienen el ion H en los compuestos de absorción).

I.—Chernoziom. Los compuestos de absorción, saturados con Ca. y Mg.

II.—Alcalinos. (Solonetz) presencia de Na en los compuestos de absorción con Ca. y Mg.

III.—Podsol. Los compuestos de absorción contienen trozos de Ca. y Mg.

IV.—Laterita. Los iones H. exceden a los cationes de Ca. y Mg.

Para hacer que esta clasificación comprenda todos los suelos del mundo, cada categoría debe hacerse muy inclusiva omitiendo pequeñas variaciones. Sólo se reconocen las diferencias químicas principales.

Los esquemas de Afanasiev, Vilensky y otros intentan mostrar ciertas relaciones mutuas entre los factores de clima, precipitación y temperatura, con las condiciones del suelo resultante. El esquema de Vilensky de 1927 en el cual reconoce el efecto del agua, las plantas, la temperatura, las sales y el material madre (Hidrogénico, Fitogénico, Termogénico, Halogénico y Orogénico), se da claramente en la tabla siguiente. Las unidades de Vilensky son en esencia las mismas que las de Glinka y comprenden muchos suelos de caracteres distintos; los suelos amarillos (suelos Termofitogénicos de las regiones áridas pobres) abarcan suelos de composición muy variada, características de perfil, etc., y se relacionan solamente de una manera general.

En todos estos esquemas de clasificación los suelos individuales se designan casi siempre por algún término que indica el

color del Solum; en muchos casos estos términos tienen un significado muy claro y se entiende que implican también características definidas de perfil; esto se hace muy claro en los términos Podsol (Palabra que quiere decir suelo gris cenizo) y Chernoz (suelo negro), donde cada uno designa una clase particular de perfil con condiciones definidas de color, estructura, reacción y sucesión de horizontes. En muchos casos, en cambio, los términos indican solamente características generales de color y dentro de los grupos hay variaciones muy extensas en otras características. Los esquemas no van tan lejos como los "tipos" individuales. Se ha hecho muy poco trabajo de levantamiento detallado de planos de suelos, los datos para una región extensa se han basado en el estudio de unas cuantas excavaciones aisladas. El punto de vista ha sido extensivo en lugar de ser intensivo.

En todos estos esquemas los sabios europeos han estado trabajando, de los grupos más amplios hacia las categorías más pequeñas y selectivas.

Durante un período que comenzó en 1839 el Bureau of Soils del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha estado trabajando en el levantamiento de planos de suelos; pero este trabajo se ha comenzado desde las unidades más pequeñas o suelos individuales: los tipos.

En los primeros años sólo se reconocieron los tipos, pero muy pronto se descubrieron las relaciones de las series y se extendió entonces la clasificación; en ambas categorías la base es estrictamente edafológica, esto es, basada estrictamente en los factores del suelo mismo. En 1906 y 1913 se publicaron clasificaciones más extensas estableciendo la "Región" y la "Provincia"; la primera se basa en otros factores además del suelo y las subdivisiones son climatéricas y geográficas: Región Húmeda, Región de Grandes Planicies, Región de Montañas Roccosas, Región Árida del Sur Oeste, etc. La categoría "Provincia" fué encontrada y delimitada claramente dentro de la Región Húmeda: Provincia plana costera, Provincia Piedmont, Provincia del Valle Limestone, Provincia del Lago glacial, Provincia del Río

TABLA DE CLASIFICACION DE SUELOS
B. G. Vilensky.

Temperatura	Suelos Zonales					Suelos Intrazonales					
	Humedad Divisiones	Arido A	Semi-árido S A	Ligeramente- áridos L A	Semi-húmedo S H	Húmedo H					
Polar	Hidrogénica H	Tundras	Semi-pantanosos	Pantanosos	.....	Pantanosos Podsolizados					
Fría	Fito-hidrogénicos F H	Enyerbados	.....	Negros de pradera	Alterados de pradera	Podsolizados					
Templada	Fitogénico F	Grises	Castaños	Chernoziom	Alterados grises	Podsolizados					
Subtropical	Termo-fitogénicos T F	.....	Amarillos de estepas áridas	Amarillos	Alterados amarillos	Amarillos Podsolizados					
Tropical	Termo-génicos T G	Rojos semidesérticos	Rojos	Lateritas	Alterados rojos	Rojos Podsolizados					
Templada	Halogénico G	Salinos-secos	Columnares alcalinos	Columnares negros alcalinos	Alcali alcalinos alterados	Alcalinos como Podsol					
Templada	Fito-halogénicos F G	Alcalinos grises	Alcalinos castaños	Alcalinos negros	Alterados alcalinos	Alcalinos como Podsol					
Todas las Zonas	Hidro-alogénicos H G	Salinos con: cloruros y sulfatos; carbonato de calcio; carbonato de sodio.									
Subtropical y Tropical	Termohalogénicos Termohidrogénicos T G T H	Alcalinos de tropicales y subtropicales. Pantanosos de tropicales y subtropicales.									
Regiones montañosas	Orogénica	Suelos de regiones de montañas elevadas.									

Terrace y otras más que se encontraron. Estas están separadas por bases geográficas y geológicas. En otras regiones las provincias no se delimitaron, pero se reconocieron en el esquema de clasificación como: Residual, Glacial, Lacustre, Planos Costeros, Rellenos de Valle Antiguo, Rellenos de Valle Reciente y zonas de inundaciones. Estos están fundados en bases geológicas y edafológicas y las condiciones edafológicas muestran el efecto del tiempo (Edad), y se afirman, principalmente, en las partes del perfil correspondientes al subsuelo.

Marbut ha propuesto algunos esquemas de clasificación en los cuales se establece la "familia" basándola en características de perfil y de color y empeñándose en usar algunas de las categorías europeas en el arreglo de las series y tipos de suelos.

Shaw presentó una Clave de los suelos de California (Proceedings of the First International Soil Lime Congress, Washington D. C. 1927) la cual comienza en el tipo y sigue hasta los grupos más amplios. En forma de cuadro puede representarse de la manera siguiente:

- 1.—Orden (Carácter del Material del suelo).
 - A. Suelos Minerales.
 1. Suelos Primarios.
 2. Suelos Secundarios.
 - B. Suelos Orgánicos.
- 2.—Clase (Basada en su reacción. Climatérica).
 - A. Sinecalcis (Sin cal. Neutró o ácido).
 - B. Cumcolcis (Con acumulaciones de cal. Básicos).
- 3.—División (Basada en su composición. Origen Geológico).
 - A. Suelos que provienen de rocas ácidas ígneas.
 - B. Suelos que provienen de rocas básicas ígneas.
 - C. Suelos que provienen de rocas areniscas y pizarras.
 - D. Suelos que provienen de rocas calizas.
 - E. Suelos que provienen de rocas indeterminadas.
- 4.—Familia (Basada en el carácter de los perfiles completamente maduros.—Edafológica).

- A. Arcillo-compactum.
- B. Ferro-saxeum (o sili-ferro-saxeum)
- C. Calci-ferro-saxeum.
- D. Calci-saxeum.

I.—Subfamilia (características específicas del perfil maduro).

- A. Muchas familias individuales.

II.—Estado (basado en la edad o estado de desarrollo.—Edafológico).

- A. Solum crudum (reciente. No intemperizado).
- B. Solum semi-crudum (joven. Ligera-mente intemperizado).
- C. Immaturum (medianamente intemperizado).
- D. Semi-maturum (fuertemente intemperizado).
- E. Maturum (completamente intemperizado).

III.—Grupo (Basado en el color del suelo superficial. Edafológico).

- A. Suelos grises.
- B. Suelos amarillos. (Con subgrupos que se distinguen por las variaciones de tonos del color).
- C. Suelos pardos.
- D. Suelos rojos.
- E. Suelos oscuros.

5.—Serie. (Uniforme en todas las características con excepción de la textura del suelo superficial. Edafológico).
Más de 170 series individuales.

6.—Tipo. (Unidad de clasificación y levantamiento. Uniforme en todas sus características.—Edafológico).
Generalmente cada serie encierra unos cuantos tipos.

Este es el esquema más completo de clasificación que distribuye los tipos de suelos, agrupándolos en categorías cada vez más connotativas. Falta demostrar si esta clasificación puede aplicarse a una región más extensa que el Estado de California.

Los esquemas de clasificación de Europa y los de los Estados Unidos no son antagonicos, sino complementarios; el esquema de Marbut, (inérito pero distribuido en la Exposición sesquicentaria de Filadelfia, 1926), puede correlacionar algunas de las series de los Estados Unidos dentro de las familias correspondientes a ciertos grupos ru-

Los. La familia Canadian comprende solamente los "Podsols", la Familia Dakotan incluye los "Chernoz", la Familia Jerseyan abarca algunos de los suelos Braunerde, pero muchas de las familias no se adaptan a ninguna de las categorías europeas; los suelos de California, clasificados por Shaw están casi todos comprendidos dentro del grupo Termogénico de Vilensky o de los "suelos del desierto" de Afanasiev, Neustreuv y otros.

Las unidades de la clasificación rusa probablemente se adaptan al esquema de clasificación de Shaw como "subclases": los Podsols y las Lateritas dentro de la clase sinecalcis y los Chernozioms dentro de la clase Cumcalcis. Dentro de cada uno de éstos (Podsols, Lateritas, Chernozioms, etc.), hay suelos cuya diferencia se debe a la composición del material madre; éstos se acomodarían dentro de las "divisiones" o "subdivisiones" de Shaw y los miembros no completamente formados, dentro del grupo "Estado". Para conseguir un arreglo se debe tener un conocimiento perfecto, no sólo de los esquemas europeos, sino también de los americanos; se requiere mucho estudio para formar una clasificación completa; pero cuando esto se haya hecho, se verá el fruto de los estudios complementarios de los europeos y de los americanos.

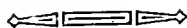
La clasificación de los Estados Unidos comienza con el individuo y camina poco a poco hacia los grupos más amplios e inclu-

sivos; los clasificadores han comenzado bien y han acumulado una gran cantidad de detalles valiosos acerca de las unidades de suelos; pero se han limitado solamente a estos detalles y no han construido la estructura más grande de la clasificación.

Los científicos europeos han diseñado los grupos más amplios que abarcan los suelos del mundo entero y se han esforzado por encontrar sus relaciones, sin detenerse a considerar el individuo (tipo) que es tan necesario en cualquier esquema de clasificación. Han valorizado la influencia de los factores externos y demostrado las relaciones tan amplias de éstos con los suelos.

Hay necesidad de combinar estas dos escuelas, estas dos fases de la clasificación de los suelos. La edafología necesita un científico con un conocimiento detallado de las unidades de suelo y la visión amplia de sus relaciones en todo el mundo; que adapte los esquemas europeos y americanos para formar un sistema de clasificación completo y útil. Este trabajo sería comparable con el que hizo Linneo para la clasificación botánica.

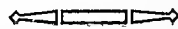
Mientras tanto el estudiante de edafología hará mejor estudiando los suelos en el campo y anotando sus características, llevando su clasificación de acuerdo con los tipos y las series y, cuando sea posible, llegar hasta la familia. Este será un dato fundamental que más tarde se utilizará para formar un esquema de clasificación amplio y general que abarque el mundo entero.



EXTRACTO DE LAS CONFERENCIAS
ACERCA DE LAS
CARACTERISTICAS FISICAS
DE LOS SUELOS

Y DE
LA HUMEDAD DEL SUELO

POR
CHARLES F. SHAW
PROFESOR DE TECNOLOGIA DE SUELOS
DE LA
UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA



MEOQUI CHIHUAHUA

JULIO DE 1928



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS

TEXTURA Y ESTRUCTURA

Por Chas. F. Shaw.

Textura, estructura, porosidad, facilidad de cultivo, consistencia y color expresan algunas de las características físicas de la tierra. Bajo cada una de estas hay un número de términos que expresan más específicamente estas características. Las definiciones presentadas por la Com. de Terminología dan el significado generalmente aceptado de algunos de estos términos.

La textura puede ser medida con exactitud considerable por métodos de laboratorio de análisis mecánicos. En general los investigadores del mundo están conformes en los principios que deben seguirse, pero no en la mayor o menor extensión de los detalles del trabajo.

En la preparación de las tierras para el análisis mecánico en la mayoría de los laboratorios se agita la tierra por un largo período, para dispersar y descoagular los agregados, generalmente se agregan pequeñas cantidades de amoníaco o carbonato de sodio como descoagulantes. Algunos métodos aconsejan sujetar la tierra a un tratamiento previo (1) con Hcl. para destruir los carbonatos y (2) agregando agua oxigenada para destruir la materia orgánica, agitando después el resto para completar la dispersión. La verdadera separación de las partículas se determina con la sedimentación en agua, generalmente acelerando esta sedimentación por medio de una centrífuga.

Hay una diferencia considerable de pareceres sobre el número de grupos de partículas y el límite del tamaño de los granos que deben ser admitidos dentro de cada grupo. El Bureau of Soils de los Estados Unidos reconoce 5 clases de partículas gruesas: Grava fina de 2 a 1 mm., arena gruesa de 1 a 0.5, arena media de 0.5 a 0.25 mm., arena fina de 0.25 a 0.10 mm., arena muy fina de 0.10 a 0.05 mm., limo de 0.05 a 0.005 mm. y arcilla menos de 0.005 mm. En California se está tratando de separar las

arcillas dentro de dos clases: arcilla de .005 a .002 mm., y arcilla coloidal: menor de .002 mm.

Los científicos ingleses han sugerido un método "Internacional" en el cual habría dos grados de partículas gruesas, uno de limo y dos de arcilla, mientras que otros investigadores tienen otras ideas que se adaptan principalmente a las necesidades de sus respectivos países.

En la mayoría de los casos un análisis puede ser interpretado o llevado a los términos de otro, haciéndose relativamente fácil comparar la textura de los suelos.

Hay un interés creciente acerca de la fracción arcilla y muchos científicos están trabajando para encontrar los métodos de determinación de la arcilla coloidal. Algunos determinan la arcilla, que puede ponerse en suspensión, agitando con un dispersante (carbonato de sodio o amoníaco) mientras que otros tratan el suelo con varios reactivos y repitiendo la agitación o frotando las partículas para forzar todos los coloides al estado de suspensión. Otros científicos prefieren determinar los coloides indirectamente midiendo su capacidad de absorción de agua (higroscopicidad) o absorción de colorantes. Probablemente dos de los métodos serán los que subsistan, uno de ellos es midiendo los coloides fácilmente dispersables o sean aquellos coloides activos que afectan las reacciones físicas del suelo y otro método que determina los coloides totales. En nuestros laboratorios en California estamos ahora tratando de determinar los coloides "activos" y de encontrar algunas relaciones definidas entre tales características como plasticidad, adherencia, etc. y el contenido de fracción coloidal fácilmente dispersable.

Estructura expresa el arreglo de los granos individuales y de los agregados que forman la masa del suelo, así como el carácter

de los fragmentos en los cuales se quiebra el suelo. El cultivo de los suelos altera de una manera notable la estructura de los horizontes superiores, y esto debe ser tomado en consideración para la descripción de los suelos que han sido siempre cultivados.

Al estudiar debe considerarse la estructura, el arreglo natural y tamaño de los agregados; el grado hasta el cual la masa del suelo se quiebra; el carácter de los agregados de las superficies y la homogeneidad de estos agregados. Generalmente la capacidad de un suelo para quebrarse en agregados definidos es determinada por el contenido de materia coloidal o de ciertas sales, tales como las de calcio. Los términos que se aplican a las formas estructurales y tamaños se encuentran en la lista de definiciones incluída en estas mismas memorias.

El carácter de la superficie de los agregados debe también tomarse en cuenta, puesto que sirve para aumentar un factor distintivo más digno de observación. Siempre debe hacerse la anotación respectiva del contenido de humedad, puesto que ésta afecta no solamente el grado de la estructura, sino también el carácter de las superficies.

“Labrado”, es una estructura artificial ocasionada por el cultivo o la manipulación y generalmente afecta los horizontes superficiales solamente. Si se labra el suelo cuando está muy húmedo y su parte inferior es plástica y lodosa, resulta una estructura terronosa. Un lecho lodoso, precisamente abajo del suelo removido, es particularmente característico en las tierras irrigadas, debido a la prisa del campesino por cultivar y arropar su suelo después de un riego. Para evitar esta formación la tierra no debe ser cultivada hasta que las capas inferiores del suelo estén suficientemente abajo del punto de plasticidad. El tipo, tamaño o forma de implemento tiene poca influencia; la humedad, en la subsuperficie es el factor determinante en la formación de los terrones y ocasionados por el arado.

La porosidad está íntimamente relacionada con la estructura y con el número, tamaño y arreglo de los huecos en el suelo, los

cuales están ocupados por el aire o el agua. Los términos que indican porosidad se confunden a menudo con los que indican estructura o consistencia.

Consistencia expresa el grado de cohesión del suelo y la resistencia que opone a las fuerzas que tienden a la deformación o ruptura de los agregados. Esta está íntimamente relacionada con la estructura y la porosidad. Bajo el término consistencia se comprenden la dureza o suavidad, la tenacidad, plasticidad, adherencia y otras condiciones relativas. Hay una relación definitiva entre consistencia y estructura y por eso, sólo los agregados de consistencia más dura pueden resistir a las fuerzas naturales y conservar un tamaño grande. Los agregados grandes son casi siempre duros.

El color del suelo es una característica de fácil reconocimiento y que está relacionada de una manera definitiva con la composición del suelo, edad, origen y modo de formación. La materia orgánica en el suelo es generalmente la causante de los colores oscuros, mientras que el fierro en sus diferentes estados de oxidación produce generalmente tonos rojos y amarillos. Los tonos gris y blanco pueden ser debidos a la composición o a la reducción causada por el drenaje imperfecto e insuficiente aereación.

La presencia de acumulaciones en el suelo es también una ayuda considerable al interpretar su historia. Las concreciones, vetas, intercalaciones, grupos de cristales o depósitos amorfos, se presentan a menudo dentro de la mesa del suelo, mientras que las costras y las eflorescencias aparecen en las superficies, estas últimas están formadas generalmente de materias fácilmente solubles, a veces álcali, mientras que las anteriores están compuestas por fierro, sílice, manganeso, alúmina, etc., los cuales una vez formados son bastante insolubles. Todo esto sirve para indicar las condiciones por las cuales ha pasado el suelo en el curso de su formación y acumulación y, aunque su significado no es conocido todavía, su presencia sirve a menudo para diferenciar los suelos, que de otra manera no podrían ser separa-

dos. Todas estas características físicas y físico-químicas, deben ser estudiadas y proporcionan una serie de problemas excelentes para los hombres de laboratorio, trabajando en cooperación con los hombres del campo.

La textura, estructura, porosidad, consistencia y color característicos, pueden determinarse ácilmente en el campo y en el Laboratorio y son caracteres físicos que constituyen buena prueba de la historia del desarrollo de los suelos. Son de mucho valor para el técnico del suelo que estudia sus clasificaciones y relaciones y para el agricultor y el Agrónomo que estudian las probables relaciones de la planta y el suelo.

HUMEDAD DEL SUELO.—SUS FORMAS Y MOVIMIENTOS

Las formas bajo las cuales existe el agua en el suelo, se clasifican de la siguiente manera: higroscópica, capilar y de gravedad. Shaw ha propuesto una cuarta: el agua de "adhesión" que comprende un término medio entre la higroscópica y la capilar (The Normal Capacity of Soils, C. F. Shaw, Soil Science, Vol. 23, No. 4, April 1927).

Agua Higroscópica es la que se encuentra presente en un suelo secado al aire. Hilgard define más exactamente el coeficiente higroscópico, como la cantidad de agua que un suelo seco puede absorber de una atmósfera saturada cuando se encuentra a una temperatura uniforme de 15° C.

Agua de Adhesión es la que se encuentra, además de la higroscópica, retenida en el suelo por la absorción coloidal en forma de películas, rodeando los granos del suelo y que **no puede moverse** bajo la influencia normal de las fuerzas de las películas.

Agua Capilar es la retenida en o entre los granos del suelo por la adhesión entre el suelo y el agua y por las fuerzas de tensión superficial y que **puede moverse** libremente bajo la influencia de las fuerzas de las películas.

Agua de Gravedad es la que se encuentra en exceso y que fluye libremente bajo la influencia de la fuerza de gravedad.

La cantidad de agua higroscópica en el suelo puede cambiar debido a su movimiento en forma de vapor de agua. El agua higroscópica no puede moverse en su forma líquida, sino sólo por evaporación en el aire o por condensación, en los granos del suelo. Cuando la masa del suelo está lo suficientemente aireada, la cantidad de agua higroscópica cambiará en una proporción definida, de acuerdo con la humedad del aire, aumentando o disminuyendo directamente como la humedad. Los efectos de la temperatura son inversos; si la temperatura aumenta y los otros factores permanecen constantes decrece la humedad higroscópica. Cuando el suelo no está bien aireado como en las arcillas bastante densas, las relaciones serán las mismas, pero los cambios de humedad serán más lentos de tal manera que puede parecer que el suelo mantiene la misma humedad constante.

El agua higroscópica no puede ser aprovechada por las plantas; está debajo del coeficiente de marchitamiento y sólo en casos extremos puede ser absorbida por las raíces. Probablemente la mayor parte del agua higroscópica está retenida por los coloides, como una parte esencial de su constitución.

El agua de adhesión puede observarse fácilmente cuando el suelo está humedecido por la lluvia o el riego. El descenso del agua a través de la masa del suelo es el resultado de dos fuerzas (1) la gravedad y (2) el movimiento capilar o fuerza de las películas, hacia abajo. Al moverse el agua hacia abajo a través del suelo, las materias coloidales absorben y retienen una parte, y una cantidad adicional se retiene en forma de películas finas rodeando los granos del suelo que tienen su parte más gruesa donde los granos se tocan entre sí. La fuerza descendente de la capilaridad aumentada por la fuerza de gravedad, reduce estas películas a su espesor mínimo y, en las superficies aireadas, la curva que forma la película de agua entre dos granos es muy aguda en el punto de contacto de éstos. Cuando toda el agua de lluvia o de riego ha sido usada para humedecer el suelo hasta este grado, el movi-

miento posterior del agua a través del suelo es excesivamente limitado y las condiciones de humedad se estacionan. Si el suelo es de textura y estructura uniforme en toda la profundidad que se ha humedecido, la cantidad de agua que ha retenido el suelo estará uniformemente repartida en toda la profundidad, con excepción de una zona de 15 ó 20 centímetros en el fondo del suelo humedecido, en la cual la cantidad de agua disminuye rápidamente hasta la condición higroscópica. El límite entre el suelo seco y el húmedo es muy notable y puede verse fácilmente observándose una zona angosta donde la humedad decrece (Fig. 1-1). El movimiento descendente que da esta distribución es bastante rápido, teniendo lugar generalmente en dos días; el acomodamiento final puede continuar durante meses; pero tiene tan poca importancia, que no afecta materialmente ni la penetración ni la distribución del agua.

La cantidad de agua de adhesión que retiene el suelo, está muy cerca del Equivalente de Humedad (la cantidad de agua que retiene un suelo contra una fuerza mil veces mayor que la gravedad) y aunque no puede moverse en el suelo, excepto como vapor, una parte de ella puede ser absorbida por las plantas, puesto que el coeficiente de marchitamiento es generalmente igual a la mitad del Equivalente de Humedad. Para indicar las condiciones arriba descritas se ha sugerido el término "Capacidad Normal de Humedad"; esto es aproximadamente lo mismo que la "Capacidad del Campo" consistiendo la diferencia principal en el efecto de los horizontes de textura distinta, los cuales tienen diferentes capacidades para el agua de adhesión. La capacidad del campo y la capacidad normal de humedad serán idénticas en un suelo uniforme hasta una profundidad considerable. A su capacidad normal de humedad un suelo tendrá ocupados por el agua del 40 al 50% de sus poros.

La elevación capilar del agua a través del suelo, se debe a las fuerzas de las películas obrando contra la fuerza de gravedad. La humedad se eleva a una pequeña altura (10 a 15 centímetros) sobre el nivel del agua freática, por la acción capilar verdade-

ra, saturando completamente el suelo en esta zona; más arriba la humedad se eleva por las fuerzas de las películas y principalmente por la acción de la tensión superficial. Los granos del suelo deben, ante todo, estar completamente humedecidos por el agua absorbida del aire, de tal manera, que hay superficies húmedas continuas sobre estos granos; en el punto de contacto de los granos, las películas de agua se juntan formando un cuello angosto semejante a un reloj de arena. Cuando estas superficies están en un estado de equilibrio, tienen la forma de una curva catenaria (figura 1-B). Cuando la película que está sobre los granos del suelo es delgada, hay sólo una pequeña cantidad de agua acumulada en los puntos de contacto de los granos del suelo, y la curva que forma la superficie del agua es más cerrada (el ángulo más pequeño); esta forma más angular da por resultado que la superficie de la película ejerza una gran fuerza hacia afuera (Fig. 1-A), esta fuerza hace una succión que eleva el agua, desde el nivel del agua freática, en cantidad suficiente para hacer que esta curva adquiriera la forma catenaria; pero mientras esto ocurre, otras películas colocadas más arriba están ejerciendo la misma succión y se establece un movimiento del agua hacia arriba que engruesa las películas delgadas que se encuentran alrededor de los granos, así como las acumulaciones de agua que hay en sus puntos de contacto. La absorción hacia arriba es tan grande, que las superficies curvas de las películas que están precisamente arriba de la zona de saturación, son más planas que la catenaria y realmente ejercen una presión negativa (Fig. 1-C). Esto puede alcanzar una magnitud considerable, precisamente sobre la zona de saturación, pero decrece rápidamente y, a una altura de 30 a 50 centímetros, las películas tienen la forma de una curva catenaria; más arriba, estas películas van decreciendo lentamente en espesor y las curvas van formando un ángulo más agudo, al mismo tiempo la succión va aumentando (Fig. 1-2).

La elevación capilar continúa hasta que la fuerza de succión de estas curvas se balancea por el peso del agua más la fuerza de

la zona de presión negativa, más la fricción. Esto puede expresarse en una fórmula:

$$H = C + F$$

en la cual:

H = altura de la elevación total de agua.

C = altura de la elevación capilar verdadera o zona de saturación.

F = altura de elevación por la succión de las películas.

$$\text{y } C + F = M + P_n + N.$$

donde

M = masa o peso del agua elevada.

P_n = presiones negativas precisamente sobre la zona de saturación.

N = fricción del escurrimiento a través del suelo.

La altura verdadera de elevación por capilaridad dependerá principalmente de la textura del suelo o sea de los tamaños de los poros y es mucho mayor en los suelos de texturas más finas.

La fuerza de succión combinada de las superficies peliculares, depende principalmente del número de los puntos de contacto de los granos del suelo donde las curvas de las películas se forman y, en consecuencia, es mayor en los suelos de texturas más finas. La cantidad de presión negativa depende del mismo factor de textura y se compensa automáticamente. La fricción del escurrimiento a través del suelo depende también de su textura y particularmente de la cantidad de materia coloidal y su condición con respecto a dispersión o coagulación; una gran cantidad de materia coloidal puede obturar los poros del suelo y hacer la elevación capilar excesivamente lenta o hasta detenerla; sin embargo, una vez humedecidos, los coloides retienen el agua por absorción y de esta manera las superficies peliculares no tienen que desarrollar el trabajo necesario para retener esta agua; los coloides, entonces, ayudan a conseguir una altura de elevación final mayor que la que se hubiera obtenido sin su presencia. La dificultad y lentitud de la elevación a través de los suelos coloidales reduce comunmente la altura total de elevación del agua.

Los migajones limosos con granos muy

finos, pero que contienen una pequeña cantidad de materia coloidal solamente, son los que muestran la mayor altura de elevación capilar. Hilgard obtuvo, empezando con suelos secos, una elevación total de 305 centímetros para un migajón limoso y elevaciones mucho menores para todas las demás texturas. Shaw y Smith obtuvieron, partiendo de suelos humedecidos por el riego, una elevación máxima aparente de 300 centímetros para un migajón arenoso (Maximum Height of Capillary Rise Starting with Soils at Capillary Saturation.—C. F. Shaw and A. Smith, Hilgardia, Vol. 2, No. 11, Feb. 1927). Wier encontró el mismo resultado con un migajón arenoso fino conteniendo mucho álcali (In annual Report California Agricultural Experiment Station, 1927-28). Apparentemente la elevación máxima del agua por capilaridad es de unos 3 metros sobre el nivel del agua freática.

La altura de la elevación depende de la textura, pero es más rápida en los suelos de textura más gruesa, donde la fricción es muy pequeña; las arenas medias y las arenas finas dan las elevaciones más rápidas. La altura de elevación total en las arenas gruesas y las gravas es tan pequeña, que no se puede hacer una observación exacta.

No trataremos ahora del agua de gravedad, pues este punto lo tocaremos al tratar del drenaje. El suelo puede recibir una cantidad excesiva de agua, ya sea por la lluvia o por la irrigación, la cual desciende a través del suelo por la acción de la fuerza de gravedad; la cantidad de agua que pase dependerá directamente del tamaño de los poros, pasando más rápidamente a través de los suelos de texturas gruesas.

LA HUMEDAD DEL SUELO.—SU DISTRIBUCION

La distribución del agua en el suelo, o el contenido en diversas profundidades bajo la superficie, es determinado por el carácter del suelo, (principalmente por la textura y estructura) y por la forma en que la humedad penetró en la masa del suelo.

La capacidad de retención de agua del suelo es función solamente de la textura;

los suelos de texturas finas tienen una capacidad mayor que los de texturas gruesas. El agua se mantiene como una película alrededor de los granos, al mismo tiempo otra parte es absorbida por la materia coloidal; los suelos que tienen muchos granos pequeños tienen una superficie mayor y más puntos de contacto, de aquí que puedan retener una cantidad de agua mayor; los suelos que contienen mucha materia coloidal tienen también mayores capacidades.

Si el perfil de un suelo tiene horizontes de textura diferente, el agua estará distribuida de acuerdo con la variación de las texturas más o menos independiente de la profundidad y de la manera como el agua ha llegado hasta el suelo. Si el perfil tiene una textura uniforme en toda la profundidad que se estudia, con una capacidad de retención uniforme también, las variaciones en la distribución del agua dependerán de las fuerzas que la arrastren al interior del suelo. La distribución por la infiltración del agua de lluvia o de riego (cuando el agua freática es muy profunda) es diferente de la distribución por la elevación capilar del agua freática cuyo nivel es alto.

La cantidad de agua que por capilaridad se eleva sobre el nivel del agua freática es inversamente proporcional a la distancia. (Fig. II). A una pequeña distancia arriba del nivel del agua freática, el suelo está saturado con un 100% aproximadamente de los espacios llenos; más arriba de esta zona de saturación, la cantidad de agua decrece rápidamente en una distancia del doble de la altura de la zona saturada, de allí en adelante la cantidad decrece constante, pero lentamente, y tiene en la parte más alta una pequeña zona de descenso rápido.

Si el agua freática está lo suficientemente cerca de la superficie para que el agua la alcance por capilaridad, la evaporación superficial será continua; pero no cambiará la forma de la curva descriptiva de los contenidos de humedad. Si las raíces de las plantas toman el agua de las partes más altas de la zona humedecida por capilaridad, la eliminarán más rápidamente que lo que el agua puede elevarse y la humedad entonces, de-

crecerá de una manera correspondiente. La acción capilar es continua y hay una corriente constante de elevación del agua freática que repone la que usaron las plantas o que se ha evaporado.

Las regiones áridas y semi-áridas del mundo casi nunca cuentan con la elevación capilar para abastecer el suelo de la humedad necesaria. Si el agua freática en esas regiones está tan cerca de la superficie que pueda el agua alcanzarla por capilaridad, la evaporación intensa y continua provocará casi siempre la acumulación del álcali y aparecerá entonces el problema del drenaje para bajar el nivel del agua freática más allá de la posibilidad de alcanzar la superficie. Los experimentos hechos parecen demostrar que la elevación máxima del agua por capilaridad es de unos 300 centímetros. Para estar seguro de que la evaporación del agua freática no puede producir acumulaciones de álcali, hay que bajar su nivel a unos 5 ó 6 metros de la superficie. La distribución del agua por capilaridad a través del suelo, es de gran importancia en las regiones húmedas, donde la precipitación pluvial es muy grande; pero es de poca importancia en las regiones donde se necesita el riego.

En las regiones áridas y semi-áridas del mundo la distribución del agua en el suelo, por infiltración, ya sea de lluvia o de riego, es de vital importancia. Puesto que en la elevación capilar, las **fuerzas de las películas** actúan contra la fuerza de gravedad; en la infiltración del agua hacia abajo, las **fuerzas de las películas** se suman a la **fuerza de la gravedad**.

La infiltración es rápida y el agua, al pasar al través del suelo, lo humedece dejando una película alrededor de los granos del suelo y saturando los coloides por absorción. El movimiento de descenso del agua termina cuando toda ésta se ha empleado en humedecer el suelo (Fig. III); de hecho todos los movimientos terminan entonces. Puesto que el movimiento de descenso fué producido por las fuerzas de las películas (F) más la gravedad (G) sería imposible un movimiento ascendente producido por (F) menos (G), a menos que (F) fuera nota-

blemente aumentada, y el movimiento lateral producido por (F) sería de muy pequeña magnitud. La cantidad de agua que retengan los granos del suelo, dependerá de la textura y no de la profundidad, siendo constante o uniforme la cantidad que retenga un suelo de textura uniforme (Fig. IV).

Esta cantidad, la CAPACIDAD NORMAL DE HUMEDAD es, para suelos uniformes, la CAPACIDAD DEL CAMPO normal, más allá de la cual es imposible para el suelo retener más humedad; cualquier cantidad adicional de agua se infiltrará rápidamente a través del suelo húmedo y substituirá el agua que se haya perdido por evaporación o que haya sido tomada por las plantas y aumentará también la profundidad de penetración. El aumento de agua no aumentará el poder de retención del suelo arriba de la CAPACIDAD NORMAL; sino solamente la profundidad de penetración. El aumento excesivo de agua más allá de la cantidad que puede ser retenida en la zona de las raíces de las plantas, se infiltrará más abajo, hasta llegar a las raíces del subestrato profundo y, si todavía se agrega más agua, llegará por fin a reunirse con el agua freática. Es imposible almacenar agua en el suelo por medio de la irrigación excesiva. A los suelos de capacidades normales bajas o que tengan cultivos superficiales, es necesario darles riegos frecuentes; pero con la cantidad de agua necesaria para humedecer solamente el suelo en la zona de penetración de las raíces.

Es imposible, por la aplicación de pequeñas cantidades de agua, humedecer el suelo en una cantidad más baja que su capacidad normal. Los pequeños riegos humedecerán el suelo en toda su capacidad, pero en una pequeña profundidad, la cual depende de la cantidad de agua que ya contenía el suelo; los horizontes más profundos no serán afectados.

Por medio de la experimentación, los investigadores se han esforzado en medir los efectos de las pequeñas cantidades de agua, haciendo que las plantas sequen el suelo, y aplicando entonces pequeños riegos. Su teoría era que éstas pequeñas cantidades de

agua se distribuirían más o menos uniformemente en todo el suelo y mantendrían el límite de humedad deseado. Este resultado no se pudo lograr; las pequeñas cantidades de agua no se distribuyen en todo el suelo, sino que se emplean en humedecer las capas superiores hasta su capacidad normal, dejando el resto del suelo relativamente seco.

Las investigaciones hechas por el Sr. Viehmeyer (Some factors affecting the irrigation of Deciduous Orchards, Hilgardia Vol. 2. N° 6, January 1927) han demostrado que el agua del suelo desde la capacidad del campo hasta el punto de marchitamiento es igualmente absorbible por las plantas. Entre estos dos puntos, no hubo cambio en la cantidad o carácter del desarrollo; pero tan pronto como se llegó al coeficiente de marchitamiento, las plantas perdieron su turgencia y, si no se aumentaba la cantidad de agua, se deshojaban al fin. (Fig. V).

Se había pensado que había una condición máxima de humedad para el desarrollo de las plantas y que con mayor o menor cantidad de agua, el crecimiento sería más lento; este resultado no se encontró por medio de experimentos cuidadosamente controlados, los cuales demostraron, de una manera segura, el desarrollo uniforme, sin ser afectado por la cantidad de agua, siempre que estuviera ésta entre la CAPACIDAD NORMAL y el punto de marchitamiento. Cuando la cantidad de agua en el suelo está entre estos dos puntos, la cantidad que usan las plantas no depende del mayor o menor contenido del suelo, sino de las condiciones atmosféricas y de su grado de desarrollo. Cuando la humedad en la zona de las raíces se reduce hasta el punto de marchitamiento, el agua de las capas más profundas no sube a suplir el agua faltante; a la capacidad NORMAL DEL CAMPO o abajo de ella, el agua permanece prácticamente inmóvil; el exceso de agua que ha penetrado abajo de las zonas de las raíces se ha desperdiciado y se necesita un riego adicional para humedecer los suelos de manera de mantener el desarrollo de la planta.

RESUMEN:

En las regiones regadas, la elevación capilar del agua del suelo es de importancia secundaria, pero su infiltración y su movimiento hacia abajo, es de interés definitivo. La infiltración produce una distribución uniforme del agua, a la capacidad normal o del campo, y las cantidades de agua adicionales aumentan la profundidad de penetración, pero no la cantidad retenida por el suelo. Las plantas pueden tomar libremente el agua hasta llegar al coeficiente de marchitamiento y si entonces no se agrega más agua, las plantas se marchitan y mueren. Los pequeños riegos sirven para elevar el contenido de humedad de las capas superficiales hasta su capacidad normal.

Toda la tendencia es a la aplicación del agua en cantidades precisamente suficientes para elevar la humedad del suelo hasta su capacidad normal.

LA HUMEDAD DEL SUELO.

EL ARROPE.

Cuando el agua freática es tan alta que la elevación capilar la hace llegar a la superficie, habrá una pérdida constante de agua por evaporación. Al cubrir el suelo con paja o algo semejante esta pérdida se reducirá al retardar el movimiento del aire sobre la superficie del suelo y al protegerlo de la evaporación directa. Tales cubiertas se han llamado arropes y en todas las regiones húmedas del mundo se han usado con éxito considerable para conservar la humedad durante los períodos de sequía.

El arrope se hace rastreando el suelo superficial para permitirle que se seque rápidamente y proteger los suelos húmedos del contacto del aire, por medio de la capa de suelo seco, evitando así la evaporación rápida del agua y su elevación a la superficie.

El agua del suelo en su condición líquida, no se puede elevar a través de un suelo seco. El funcionamiento del arrope se basa en la teoría de que la superficie seca no puede ser fácilmente humedecida con el agua

higroscópica, porque estará tan caliente y dará tal acceso al aire seco, que el vapor no se podrá condensar en los granos del suelo; pero si se forma el rocío o cae una pequeña lluvia, el suelo se humedecerá y la efectividad del arrope quedará destruída.

Experimentos cuidadosos han demostrado que la teoría del arrope es aplicable **sólo** cuando el agua freática puede alcanzar fácilmente la superficie del suelo por la elevación capilar; generalmente menos de dos metros. Pero si el agua freática está a menos de dos metros de la superficie no se necesita economizarla! Generalmente los esfuerzos tienden a eliminar la humedad; a bajar el nivel del agua freática por medio del drenaje. En las regiones áridas por lo menos, cuando el agua freática está tan alta que pueda ser efectivo el arrope para economizarla, esto no se necesita.

Cuando el agua freática es muy profunda y la humedad se distribuye por la infiltración, el arrope tiene un efecto muy pequeño en las condiciones de humedad.

El agua se mueve hacia abajo obedeciendo las fuerzas de las películas (F) más la fuerza de gravedad (G) y el movimiento hacia arriba se produce por (F) menos (G). Como la fuerza de las películas es variable, aumentando cuando disminuye la cantidad de agua, el posible movimiento hacia arriba aun cuando la superficie esté seca, es muy ligero. El agua que dejada en el suelo por infiltración (la CAPACIDAD NORMAL DE HUMEDAD) permanece como agua de adhesión. En este grado de humedad las películas se vuelven tan delgadas que casi no hay movimiento en ninguna dirección.

Si el agua en el suelo no puede moverse hacia la superficie, la pérdida por evaporación no puede tener lugar y el arrope no es necesario. Si el suelo no se escarba o cultiva, la superficie en una profundidad de 10 ó 15 centímetros se secará, secándose más los 3 ó 4 centímetros superiores mientras que los siguientes 15 ó 20 permanecerán muy cerca de la capacidad normal de humedad. Si el suelo se escarba o se cultiva esta capa se seca más rápida y completamente y descansa sobre el suelo húmedo. En los dos casos,

la mayor parte de la humedad se pierde en los 10 ó 15 centímetros superiores. Después de esto, habrá una pequeña pérdida adicional que eliminará una parte del agua en forma de vapor.

Se han llevado a cabo un buen número

de experimentos cuidadosos con suelos dentro de tanques y en el campo y por ellos Viehmeyer ha confirmado esta teoría. A continuación se dan las pérdidas de humedad de un migajón arcilloso expresadas en promedios de todos los tanques usados.

No. de tanques en experimentación.	Tratamiento.	Pérdida de agua por kilos en metros cuadrados y en centímetros de profundidad indicados.	
		Primera semana.	Después de 11 semanas.
9	No removida.	22.4 kls. (2.24 cms.)	45.8 kls. (4.58 cms.)
4	Cultivadas semanalmente 15 centímetros de profundidad.	21.9 kls. (2.19 cms.)	47.8 kls. (4.78 cms.)
4	Cultivadas semanalmente 20 centímetros de profundidad.	23.4 kls. (2.34 cms.)	46.3 kls. (4.63 cms.)
3	Cultivadas semanalmente 25 centímetros de profundidad.	20.9 kls. (2.09 cms.)	42.4 kls. (4.24 cms.)

Esto muestra lo que se pierde durante la primera semana después del riego y que hay muy pequeña diferencia en las pérdidas de agua en todos los tratamientos de cultivo.

En una serie de experimentos con ma-

cetas cultivadas y sin cultivar, llevados a cabo con suelos de diferentes partes de California, cuyas muestras fueron tomadas de 10 en 10 centímetros de profundidad, la humedad, después de dos meses del riego, resultó ser la siguiente:

Localización.	Tratamiento.	Profundidad de las muestras de tierras				
		0.10 cms.	10-20 cms	20-30 cms	30-40 cms	40-50 cms
Davis.	Cultivado.	6.6%	15.7%	20.1%	19.1%	18.6%
	S/cultivar.	8.6	15.5	19.0	19.0	19.4
Mountain View.	Cultivado.	4.0	9.5	10.2	10.3	10.7
	S/cultivar.	3.9	9.1	10.4	11.0	10.9
Delhi.	Cultivado.	1.3	3.9	4.1	4.1	4.2
	S/cultivar.	1.5	3.1	3.3	3.7	4.1
Whittier.	Cultivado.	4.1	11.5	15.1	16.2	15.9
	S/cultivar.	4.1	11.0	16.2	17.3	16.5

En ninguno de los casos el cultivo del suelo produjo una economía considerable y en casi todas, las diferencias son insignificantes. Los resultados tampoco indican que el cultivo modifique la distribución de la humedad en la columna de suelo.

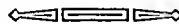
Cuando el agua freática está lejos de la superficie del suelo y sólo hay agua de infiltración, ya sea de riego o de lluvia, el uso de los arropes no tiene un efecto considerable en la conservación de la humedad del suelo.

El cultivo del suelo es necesario para la destrucción de las hierbas y para preparar el suelo para recibir el agua del si-

guiente riego. Fuera de esto el cultivo parece no ser necesario.

Las hierbas deben destruirse. En un experimento que se hizo con yedras (*Convolvulus Arvensis*), las plantas emplearon en 23 días, una cantidad de agua igual a la que se perdió en cuatro años en un suelo semejante. El crecimiento de las plantas elimina el agua del suelo muy rápidamente y es necesario que esas plantas sean únicamente las de cultivo. El cultivo debe llevarse a cabo de manera de destruir todas las hierbas y conservar el suelo en una condición de estructura que permita la penetración rápida del agua.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



LA HUMEDAD DEL SUELO

LA HUMEDAD DEL SUELO

EL DRENAJE

Cualquier exceso de agua que pueda contener el suelo sobre su capacidad normal penetrará hasta alcanzar el nivel del agua freática. En una distancia de uno a cuatro metros (que depende de la textura del suelo) sobre el nivel de la agua freática la humedad será mayor que la capacidad normal siendo más grande mientras más cerca esté del nivel del agua y con una curva de distribución comparable con la de la elevación capilar. Las cantidades de agua adicionales no aumentan las cantidades retenidas por el suelo, sino que elevan el nivel del agua freática.

El drenaje sirve para bajar el nivel del agua freática por gravedad o por bombeo. El drenaje elimina solamente el agua de gravedad y no puede eliminar ni el agua capilar ni el agua de adhesión. Ningún drenaje o bomba puede funcionar si no alcanza un nivel inferior al del agua freática. Ninguna agua al infiltrarse a través de la masa del suelo podrá correr a lo largo de un drenaje, si no encuentra una capa impermeable o ligeramente permeable que la detenga y que permita la acumulación del agua de gravedad. Sin tales interferencias a la infiltración, el movimiento del agua hacia abajo hará que ésta llegue hasta el nivel del agua freática.

La mayoría de los suelos tienen espacios vacíos que alcanzan del 40 al 50% del volumen total, y cuando el suelo alcanza su capacidad normal de humedad, cerca del 50 o 60% de estos espacios son ocupados por el agua; las cantidades excesivas de agua elevarán el nivel del agua freática en una proporción de 4 o más de elevación por uno de aplicación. (1 centímetro de agua agregado elevará el nivel 4 o 5 centímetros). Esta elevación es muy sensible y muy rápida en los lugares regados donde los suelos y los subsuelos son arenosos.

El drenaje debe completarse de tal manera que permita al agua correr hasta una

gran distancia del lugar drenado. El sistema de canales abiertos o de tubos es efectivo, así como también lo es el sistema de bombeo. Los primeros se basan en la salida del agua por gravedad y tan pronto como el agua freática llega al nivel de los drenajes, puede correr tan rápidamente como se lo permita la capacidad de éstos.

El drenaje por bombeo se basa en la eliminación del agua desde los lechos más profundos. El área afectada por un pozo dependerá de la cantidad de agua que corra a través de los lechos más gruesos y profundos y de la permeabilidad del suelo desde la superficie hasta el nivel del agua freática. Generalmente, un solo pozo tendrá solo una influencia limitada y local; pero cuando está en operación cierto número de ellos, su efecto combinado es mucho mayor. El aumento en número eleva la efectividad de cada unidad. El nivel del agua freática, con un solo pozo, puede bajar lentamente debido al escurrimiento que proviene de los territorios adyacentes pero este escurrimiento se reduce notablemente por medio de un determinado número de pozos convenientemente repartidos y de esta manera el nivel bajará con una rapidez mucho mayor. En la mayoría de las regiones regadas existe la necesidad de acaparar toda el agua posible; el bombeo del agua del subsuelo servirá para aumentar la cantidad de agua para riego, al mismo tiempo que para bajar el nivel del agua freática; este nivel puede mantenerse más bajo por medio del bombeo que por medio de tubos o de los canales abiertos, pues es materialmente imposible colocar estos últimos a una profundidad mayor de tres o cuatro metros abajo de la superficie, mientras que, por el bombeo, el nivel puede mantenerse a 8 o 10 metros de la superficie, de aquí que el método de drenaje por bombeo sea probablemente el que mayor aceptación tenga en las regiones regadas. Los distritos de riego que se abastecen en

parte por el bombeo, dependen del agua freática para llenar en parte sus necesidades y racionalmente están asegurados contra las malas condiciones de drenaje que pudieran desarrollarse.

La siguiente literatura trata muy ampliamente los aspectos del drenaje desde su punto de vista agrícola y de la ingeniería.

(1) **Pumping for Drainage in the San Joaquin Valley, California.**

Walter W. Weir, University of California Agricultural Experiment Station Bulletin 382.

(2) **Drainage by Means of Pumping From Wells in Salt River Valley. Arizona.**

J. C. Marr, U. S. Department of Agriculture, Department Bulletin 1456.

(3) **Drainage for Irrigated Farms.**

R. A. Hart, U. S. Department of Agriculture, Farms Bulletin 805.

(4) **Shape of the Water Table in Tile Drained Land.**

Walter W. Weir, California Agricultural Experiment Station, Hilgardia, Vol. 3, No. 5.

(5) **Drainage and Flood Control Engineering.**

G. W. Pickels, McGraw Hill Book Company, New York.



FIGURA I

- 1.—Sección de una columna de granos con la distribución ideal del agua de adhesión a la CAPACIDAD NORMAL DE HUMEDAD con las zonas de humedad uniforme, zona de decrecimiento de la humedad y zona de suelo seco. Las flechas muestran la dirección de la corriente original.
- 2.—Sección de una columna de granos con las películas de agua bajo las condiciones de elevación capilar con la dirección de la corriente, el nivel del agua, la zona de saturación, la zona de presión negativa y la zona de succión o presión positiva.
 - a.—Sección aumentada del punto de contacto de dos granos mostrando su película de agua de forma sub-catenaria, la cual da una presión positiva o succión.
 - b.—Sección aumentada del punto de contacto de dos granos mostrando las películas de humedad media de forma catenaria en el punto de contacto. En este caso las presiones están compensadas.
 - c.—Sección aumentada del punto de contacto de dos granos mostrando las películas gruesas de agua de forma supercatenaria, las cuales ejercen una presión negativa.

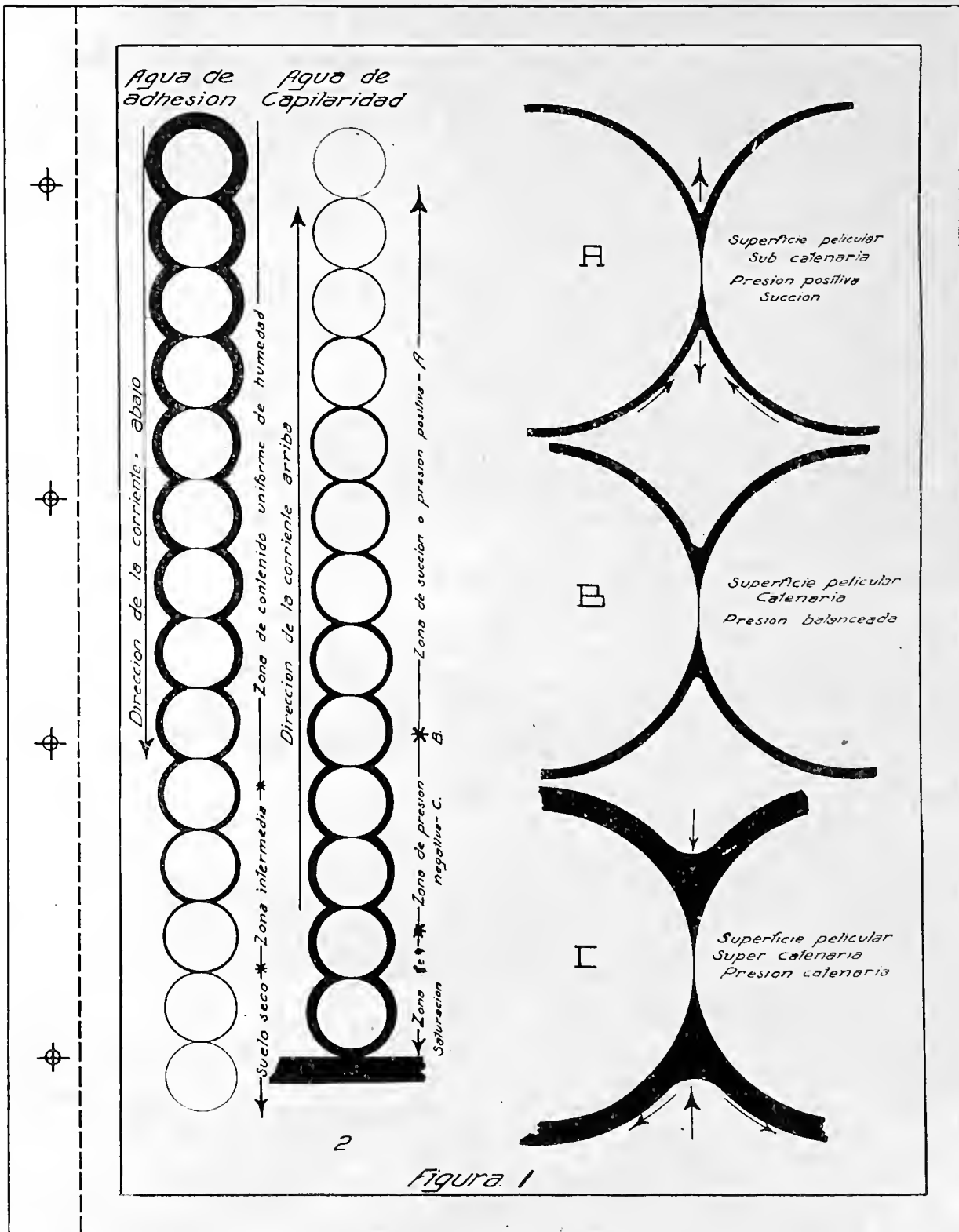


FIGURA II

Distribución del agua en el suelo por elevación capilar desde un nivel de agua mostrando la zona de saturación, la zona de presión negativa y la zona de presión positiva o succión.

A.—Distribución natural o curva de elevación capilar comenzando con un suelo seco.

B.—Distribución por elevación capilar empezando con un suelo húmedo regado. La parte superior de la columna de suelo permanece muy cerca del Contenido Normal de Humedad.

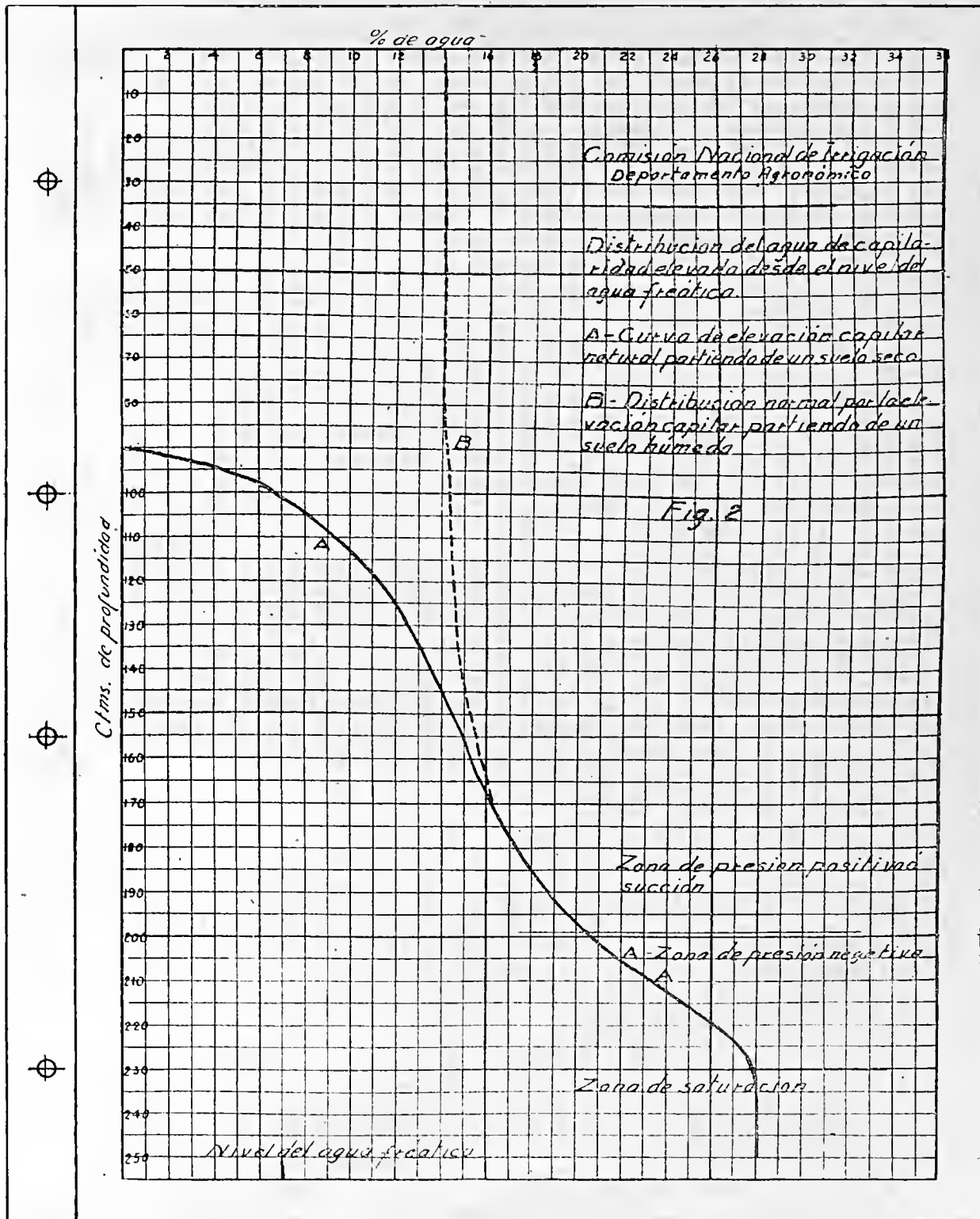


FIGURA III

Distribución del agua en un suelo uniforme.

Después de un riego o lluvia.

- A.—Durante el riego.
- B.—Un poco después de que la humedad de la superficie desapareció.
- C.—Cerca de un día después del riego.
- D.—Cerca de dos días después del riego.
- E.—Distribución en el mismo a su Contenido Normal de Humedad.
Cerca de una semana después del riego.
- F.—El aumento de la cantidad de agua aumenta la penetración, pero no la cantidad retenida por el suelo.

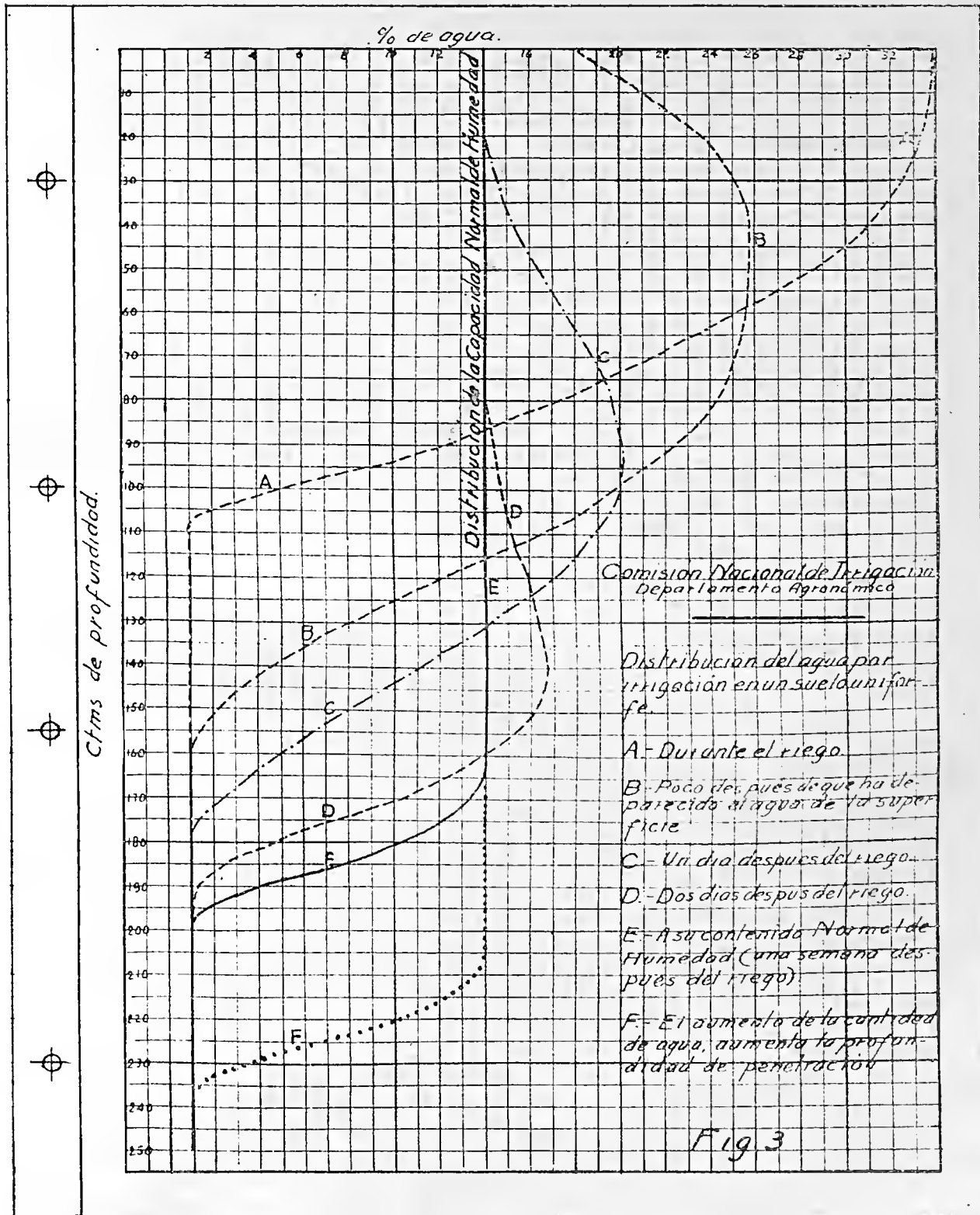


FIGURA IV

Distribución del agua en un suelo estratificado, después de un riego o lluvia.

Mostrando la distribución normal dependiente de la textura (la capacidad de retención de agua de cada textura) y el efecto de la tensión superficial en la superficie de contacto de los suelos de diferentes texturas.

A.—Contenido pequeño de agua en el suelo de textura más gruesa estando en contacto con un suelo de textura más fina.

B.—Contenido de humedad mayor en el suelo de textura más fina cuando está en contacto con un suelo de textura más gruesa.

Se supone que ha habido una cantidad de agua suficiente para que se pueda infiltrar a través de la columna de suelo y un lapso de tiempo suficiente para lograr la distribución normal.

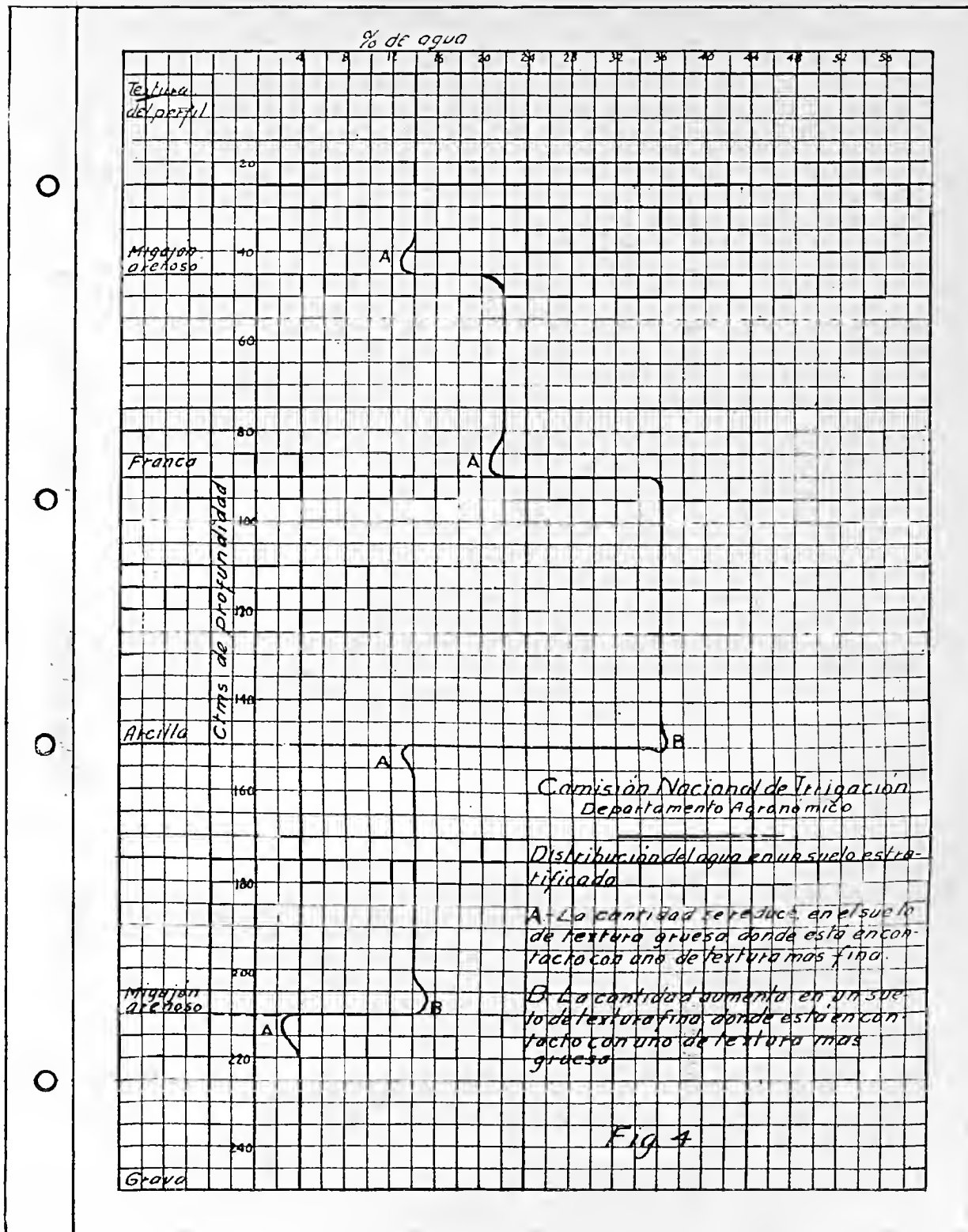


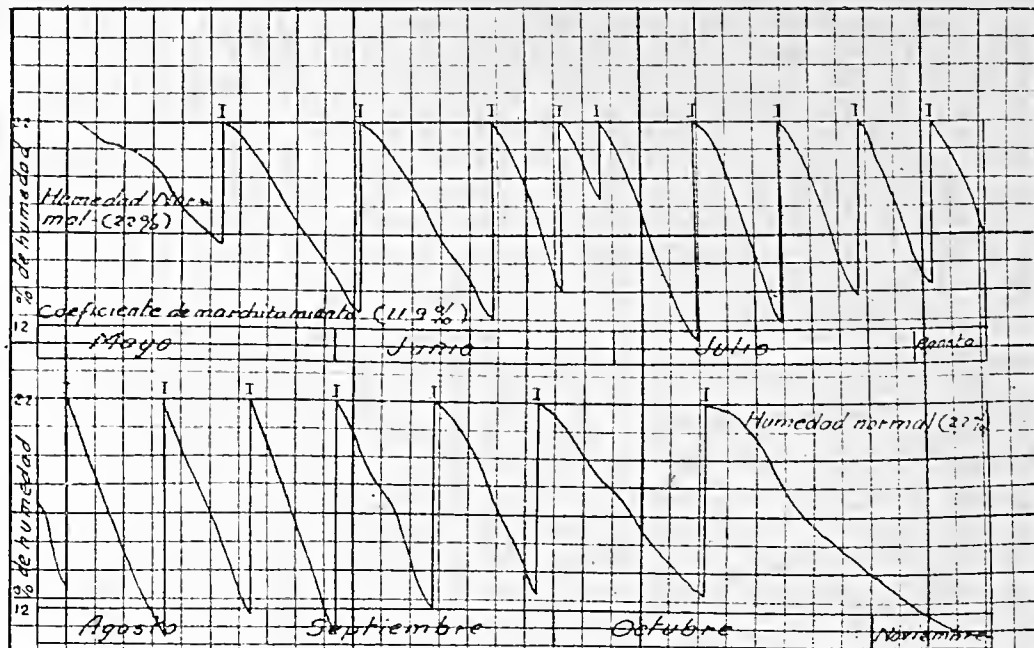
FIGURA V

El uso del agua por los ciruelos, en Mountain View, California, en 1922.

Las inclinaciones de las curvas muestran que la cantidad de agua del suelo usada por los árboles fué relativamente uniforme entre un riego y otro, no afectándoles la cantidad de agua presente en el suelo.

Durante la estación se aplicaron 16 riegos como se indica por medio de las líneas verticales.

(De: Some Factors Affecting the Irrigation Requirements of Deciduous Orchards, by F. J. Viehmeyer, Hilgardia, Vol. 2, No. 6, January 1927, p. 213. fig. 28).



Comision Nacional de Irrigacion
 Departamento Agronomico

Manera de usar el agua por los ciruelos - Mountain View
 Cal 1922

I. Riegos.

La inclinacion de las curvas muestra la cantidad de agua del suelo usada, la cual es relativamente uniforme des de un riego hasta el siguiente, sin tener en cuenta la cantidad de agua presente

(De "Some factors affecting the Irrigation requirements of decidous orchards," Hilgardia 1927 Viduweyes)

Fig. 5

EL LEVANTAMIENTO AGROLOGICO DEL VALLE DE MEXICO

por Agr. Alejandro Brambila Jr.

de la

Div. de Química y Suelos de la Direc. Gral. de Agr.

Desde hace cerca de tres años que los productores de leche que abastecen la Ciudad de México, se han visto obligados a modificar sus sistemas de explotación de ganado vacuno, debido a las disposiciones gubernamentales que se han venido dictando desde esa época, tendentes todas, por una parte, a eliminar los establos de las cercanías de la zona urbanizada de la ciudad y a la vez conseguir con esto una explotación más racional y económica de su ganado.

En el año de 1925 había en la ciudad de México 177 establos con 6,730 cabezas de ganado, las cuales, en virtud de dichas disposiciones, han tenido que ser cambiadas a lugares del Valle de México, más o menos alejados de la ciudad; en ese mismo año había en el Distrito Federal 30,030 cabezas de ganado que se descomponían en la siguiente forma:

Vacas en producto.	20,000
Vacas sin producto.	6,800
Toros padres.	400
Toretas.	50
Terneiras.	780
Becerras.	250
Becerras.	1,750
TOTAL.	30,030

Este ganado consumía anualmente 2,010 toneladas de alfalfa verde y 6,000 toneladas de alfalfa henificada. En vista de los altos precios que alcanzaba la leche en aquella época, los ganaderos podían a su vez pagar precios elevados por el forraje consumido y en aquella época las cotizaciones de la tonelada de alfalfa henificada llegaron a ser

de \$60.00 a \$90.00, lo que permitió a los productores de zonas lejanas como Chihuahua, Zacatecas y Torreón, dedicarse al cultivo y explotación de la alfalfa, para enviarla y venderla en la ciudad de México.

Esta situación artificial no podía durar eternamente y bastaron algunas disposiciones relativas a la explotación del ganado vacuno para que los productores de leche se vieran en la necesidad de organizarse y producir sobre una base más sólida y científica. Al obligárseles a salir del perímetro de la ciudad, comprendieron que les era a la vez indispensable convertirse en productores de forraje y, desde entonces se ha podido notar que en todo el Valle de México, aumenta día a día la superficie que se siembra de alfalfa, disminuyendo al mismo tiempo las cantidades importadas de aquellos lejanos Estados a que antes hicimos referencia.

Según datos tomados recientemente, la superficie cultivada con alfalfa en el Distrito Federal, asciende a 5,593 hectáreas, con producción anual de 135,232 toneladas.

La continua necesidad de aumentar la producción de alfalfa, ha venido a plantear el problema de la localización de todas aquellas zonas que pudieran ser aprovechables para dicho cultivo en el Valle de México y la falta de datos ha originado, en muchos casos, de los cuales la Dirección General de Agricultura tiene noticia, pérdidas de dinero que ascienden a cantidades de consideración, las cuales se hubieran seguramente evitado, de existir y haberse aprovechado los datos que suministra una carta agrológica. En efecto varios agricultores de la zona de Texcoco, han sembrado alfalfa en tierras aparente-

mente buenos; pero que al irrigarse, han puesto de manifiesto una enorme cantidad de álcali que ha imposibilitado el crecimiento de la alfalfa; en otras partes de la misma región se sembraron hace dos años algunas zonas, en las cuales el tepetate que se encontraba a relativa poca profundidad; ha impedido el buen desarrollo de las plantas y como esos fracasos, otros muchos se pueden citar, que son debidos a la ignorancia de los agricultores sobre la naturaleza de los terrenos que se dedican a determinados cultivos.

Si los datos que acabamos de citar nos demuestran la urgencia del estudio de los suelos en una región dada y la formación de su carta agrológica para conocer cuáles son los más apropiados a determinados cultivos o explotaciones agrícolas, ya podrá suponerse cuántos problemas semejantes y de muy variada índole pueden presentarse en México, donde hasta la fecha, nada serio ha sido hecho en relación con los estudios y conocimientos de sus diferentes terrenos agrícolas, trabajos que son urgentísimos y deben realizarse ya que no puede existir agricultura racional e intensiva a base del conocimiento solamente empírico de las tierras agrícolas de que dispone la agricultura de un país.

Es por esto, que la Dirección General de Agricultura ha iniciado investigaciones de tal naturaleza y aunque en forma muy limitada, ha comenzado el estudio de los suelos del Valle de México y la formación de la carta agrológica correspondiente, tanto para atender de preferencia un problema tan urgente como el citado antes, en relación con la explotación de ganado vacuno y cultivo de la alfalfa, como porque siendo la región adyacente a la capital de la República, es la más fácil para inspeccionarse cuando no se cuenta con recursos bastantes para movilizar el personal encargado de efectuar dichos trabajos.

Los trabajos relativos principiaron en los primeros meses del presente año y hasta la fecha se han estudiado más de sesenta mil hectáreas que abarcan los terrenos com-

prendidos desde la ciudad de México hasta las estribaciones orientales del Valle, comprendiendo la región de Ixtapalapa y Chalco y la adyacente a la ciudad de Texcoco hasta la bifurcación del camino de Puebla y en la actualidad va a darse principio al estudio de la zona comprendida entre la ciudad de Texcoco y Zumpango.

Debido al tiempo que requeriría un estudio muy detallado de los terrenos, y siendo urgente el conocimiento de los datos principales, solamente se toman en consideración los cambios que pueden registrarse en zonas de cierta extensión, y se estudian en forma concreta los diferentes horizontes del suelo hasta un metro ochenta centímetros de profundidad, los diferentes grados de alcalinidad determinando al mismo tiempo la cantidad y calidad de las sales encontradas, las zonas en que el tepetate se encuentra a altura peligrosa, la presencia de aguas freáticas en aquellas regiones en que su existencia perjudica a la agricultura como en Chalco y, por último, la calidad de las aguas que se utilizan para el riego.

En la carta agrológica que se ha formado de acuerdo con estos estudios, se encuentran señalados con colores diferentes los tipos de los suelos encontrados y se ha procurado hacer el menor número posible de subdivisiones, con el fin de que cualquiera persona de mediano criterio pueda entender fácilmente el significado de la carta.

De esta manera, los migajones arcillolimosos han quedado incluidos en el mismo grupo que las arcillas limosas, y todas las tierras francas se representan con un mismo color, sin hacer distinción entre las arenosas y arcillosas. De haber adoptado un color distinto para cada tipo de terrenos, la carta hubiera resultado muy complicada por su policromía y de difícil examen e interpretación para los agricultores a quienes se destina.

Por estas mismas razones no se ha adoptado la clasificación de los suelos en series y tipos, siguiendo el sistema americano y se ha creído más conveniente marcar las dife-

rentes clases de subsuelos con signos convencionales que distinguen, en la mayor parte de los casos, el horizonte B.

No se pretende que el presente sistema sea perfecto ni que llene completamente todas las necesidades, pero se cree que una carta así es de fácil interpretación y de positiva utilidad para el agricultor.

En los Estados Unidos hay creciente demanda por esta clase de cartas agrológicas, menos complicadas que las que se han formado hasta ahora en aquel país, y de las cuales el agricultor, en general, apenas puede obtener algunos datos.

El "Reclamation Service" de los Estados Unidos Norteamericanos ha adoptado, asimismo, el sistema de clasificación de suelos de acuerdo con sus calidades, dividiendo éstos en cuatro categorías y haciendo caso omiso del punto de vista Edafológico, convencido de la poca utilidad práctica que de las cartas agrológicas actuales sacan los agricultores.

Por lo demás, y en caso de desearse hacer un estudio y agrupar los terrenos en series y tipos definidos, la tarea será relativamente fácil conociéndose ya las diferentes formaciones de los horizontes en los suelos estudiados.

En una carta distinta se marcarán después las zonas salitrosas que tanto abundan en el Valle de México, con sus diferentes grados de toxicidad y en las que podrán incluirse las zonas tepetatosas, así como aquellas en las que las aguas freáticas estén a poca profundidad.

Del examen de la carta ya mencionada se conoce que en la zona hasta el presente estudiada predominan principalmente los limos que cubren cerca de 75 ú 80% de la superficie total, siguiendo en importancia las arcillas limosas y las arcillas arenosas. Por lo que se refiere a los horizontes inferiores, predomina igualmente el tipo de los limos siguiendo en importancia los tipos de los suelos francos y arcillas limosas.

En cuanto a las cantidades de sales solubles encontradas en los terrenos son muy variables, siendo la cantidad máxima de 1.½% a 2% en las cercanías del Lago de Texcoco y es muy raro encontrar tierras enteramente libres de álcali, cosa que se explica fácilmente si se tiene en cuenta la forma del vaso cerrado a que pertenece el Valle de México.

Por lo que se refiere a la calidad de las sales existentes en estos terrenos, domina el carbonato de sodio, sigue en importancia el cloruro de sodio y por último el sulfato que solamente se encuentra en proporciones muy pequeñas y quizá excepcionales.

Al efectuar el estudio del álcali se han hecho observaciones curiosas, especialmente en Ixtapalapa y Xochimilco, en donde en las chinampas cultivadas por los nativos del lugar, se observa que las plantas de hortaliza se desarrollan con una lozanía increíble en tierra que contiene hasta uno por ciento de sales solubles, entre las que predominan el carbonato de sodio en cantidad más que suficiente para impedir el desarrollo de las delicadas plantas de hortaliza en condiciones normales. Este asunto se presta a interesantes observaciones y quizá estudiando de una manera concienzuda los procedimientos seguidos por los nativos para cultivar tierras de alcalinidad tan alta, se llegue a resolver uno de los problemas más difíciles con que han tenido que enfrentarse los agrónomos en diferentes países. El análisis de las aguas que circundan las chinampas puede verse por los resultados siguientes:

Bicarbonato de sodio	336.2	pts.	p.	100,000
Carbonato	66.2	"	"	"
Cloruro	255.2	"	"	"
Sulfato	9.1	"	"	"

Las cantidades de carbonato y bicarbonato existentes en el agua que pasan de cuatrocientos por 100,000, hacen considerar que sería imposible cualquier cultivo en una tierra que tuviera semejante calidad de aguas a una profundidad de 50 a 60 centímetros y sin embargo, los hechos demuestran que los

habitantes de esos lugares han conseguido solucionar su problema.

Las aguas utilizadas para el riego de las mencionadas chinampas tienen cantidades mucho menores de sales como puede verse por el análisis siguiente:

Bicarbonato de sodio	. 10.5	pts. p.	100,000
Cloruro	. . . . . 10.4	„ „ „	
Sulfato	. . . . . 2.4	„ „ „	

Como los agricultores de las chinampas utilizan esta clase de aguas en sus riegos, probablemente la repetición de éstos impide el ascenso de las aguas freáticas cargadas de álcali, hasta un nivel peligroso para las plantas y el mismo estado de humedad en que continuamente se encuentran las tierras hace que la solución del suelo sea en extremo diluida e impide la concentración de las sales solubles hasta un límite que para las plantas resulta mortal.

La explicación anterior aparentemente sencilla, no es, sin embargo, muy satisfactoria, porque en la práctica se sabe lo peligroso que resulta para la vida y desarrollo de las plantas un exceso de humedad, de tal manera que la habilidad y conocimiento del agricultor consisten en saber conservar un justo medio entre la excesiva humedad y el exceso de sales que puede perjudicar a la planta.

No menos interesantes son las observaciones hechas sobre la bonificación de otras zonas salitrosas llevadas a cabo en las tierras denominadas "El Arenal" a inmediaciones del Peñón Viejo, en las cuales los propietarios de estos terrenos han conseguido mejorar las tierras alcalinas, hasta transformarlas en ricas zonas productoras de alfalfa. El estudio metódico de los procedimientos empleados por dichos agricultores y la difusión y propaganda de los medios de que se valen al mismo tiempo que la formación de la carta agrológica, será de positiva utilidad para los agricultores de la región que actualmente se estudia y para realizar el progreso y evolución de una parte de nuestro país.

El personal de que dispone la División de Química y Suelos de la Dirección General de Agricultura, encargada de los mencionados trabajos, cuenta sólo con cuatro químicos para el trabajo de laboratorio, dos agrónomos para los trabajos de campo o inspección y examen de terrenos y un dibujante, de manera que, además del poco tiempo que ha transcurrido desde que se iniciaron tales labores, el personal de que se dispone es reducidísimo y los recursos muy limitados, causas todas que explicarán lo muy poco que ha sido hecho en relación con problemas tan importantes.

Pero naturalmente que el programa de trabajos de la mencionada División de Química y Suelos no se reduce a lo antes descrito, sino que existe el proyecto de intensificar y extender sus trabajos de tal manera, que en un futuro se pueda contar con el estudio completo de los terrenos comprendidos en zonas agrícolas ya bien definidas, y donde un trabajo semejante sea eficaz y proporcione beneficios a los agricultores en ellas establecidos, desde el momento que no puede ambicionarse, por ahora, extender esa clase de estudios o investigaciones a todos los terrenos de la República que, en una gran extensión, están deshabitados y tienen muy poco o ningún valor agrícola.

A pesar de la limitación de nuestros propósitos, la información anterior evidencia la necesidad de que los estudios que ha iniciado la Dirección General de Agricultura se intensifiquen y es nuestro deseo someter a la consideración de ustedes la moción de que, de considerarse interesantes los mencionados trabajos, se apruebe en estas sesiones, de manera formal, que la Comisión Nacional de Irrigación coopere con la de Agricultura en los mencionados trabajos, de acuerdo con las bases que en seguida enumeramos:

1a.—Que la Comisión Nacional de Irrigación informe a la Dirección General de Agricultura de los proyectos de irrigación que tenga en estudio, con objeto de que ésta conozca cuáles zonas agrícolas de México se

pretenden irrigar y relacione dichos proyectos con los trabajos que efectúe.

2a.—Que se establezca el intercambio de informes relacionados con el estudio de los suelos, entre las mencionadas Comisión Nacional de Irrigación y la Dirección General de Agricultura, con objeto de aprovechar al máximo el trabajo especial que separadamente se efectúa.

3a.—Que la Comisión Nacional de Irrigación designe las zonas o regiones que la Dirección General de Agricultura debe estudiar, de preferencia teniendo en cuenta los proyectos de irrigación existentes, en la inteligencia de que dichos estudios se referirán especialmente al examen del suelo y posibilidades de su explotación agrícola.

4a.—Que una vez determinadas dichas regiones e iniciados los trabajos en algunas de ellas por la División de Química y Suelos de la Dirección General de Agricultura, la Comisión Nacional de Irrigación le proporcione ayuda material consistente en facilitar los medios de transporte al personal encargado de hacer dichos trabajos, etc.

Inútil creemos pretender demostrar la importancia de un trabajo de cooperación semejante. Las labores aisladas y fragmentarias de cada una de las dependencias oficiales, sin complementarse y coordinarse, son de resultados casi nulos y representan el desperdicio de actividades y elementos materiales que se aprovecharían al máximo cuando todas las labores oficiales tendieran a un mismo fin dentro de la resolución de un problema agrícola dado.

El objeto de cada una de las proposiciones que se sujetan a consideración también es manifiesto, pues si tanto la Comisión Na-

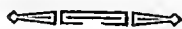
cional de Irrigación como la Dirección General de Agricultura persiguen el desarrollo agrícola de México, es incontrovertible que deben estar en íntimo contacto para conocer sus diferentes programas de trabajo y sus distintos proyectos, como lo sugiere la primera proposición. Creemos que las obras de irrigación serán tanto más útiles y benéficas para el desarrollo agrícola del país, cuanto mejor se conozcan de antemano las posibilidades agrícolas y condiciones sociales y económicas de la región que se pretenda irrigar, y en la investigación relativa, la Dirección General de Agricultura puede cooperar dentro de sus posibilidades para obtener los mejores datos e informes y fundar una opinión sobre los mencionados proyectos de irrigación.

Por lo que se refiere a la proposición 2a., es evidente también la utilidad del intercambio de informes y datos que ampliaría la extensión de las zonas conocidas, con relación a la naturaleza de los suelos y, como consecuencia, violentaría la formación de las cartas agrológicas de México.

Por último, para dar preferencia a los trabajos más urgentes y atendiendo a los pocos elementos materiales y técnicos de que se dispone para efectuar estos trabajos, se sugieren las bases 3a. y 4a., cuyo sólo enunciado explica el carácter de la cooperación buscada, cooperación que es de desearse pudiera llevarse a cabo, para que tanto la Comisión Nacional de Irrigación como la Dirección General de Agricultura desempeñen con mejor éxito las funciones que tienen encomendadas.

Meoqui, Chih., Julio de 1928.

A. BRAMBILA.



EL ANALISIS QUIMICO Y LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS

por Agr. Alejandro Brambila, Jr.

de la

División de Química y Suelos de la Dirección de Agricultura.

En el presente trabajo no tengo la pretensión de dar a conocer algo nuevo y únicamente me guía el deseo de dejar bien sentado en el ánimo de los compañeros que se dedican conmigo al estudio del suelo y sus problemas, el criterio que debe guiarnos en la investigación de muchos de ellos.

En multitud de ocasiones me he dado cuenta de que entre muchas personas que se dedican a trabajos agronómicos, se le da todavía una importancia desmesurada al análisis químico de los suelos para determinar su fertilidad, y es por eso que creo será de interés para todas esas personas saber cuál es el criterio reinante en el mundo científico acerca de esta materia.

Desde el año de 1910, Camerón, en su trabajo denominado "The Soil Solutions," trató y demostró en una forma concreta que es imposible determinar la fertilidad de los suelos valiéndose del análisis químico; para ello basta un sencillo cálculo aritmético y un conocimiento de la exactitud y aproximación de los análisis químicos para darse cuenta de la imposibilidad de determinar en el Laboratorio el aumento en elementos fertilizantes de una tierra recientemente abonada. La cantidad de abono relativamente pequeña, distribuída en una hectárea de tierra, y suponiendo que su efecto alcance hasta una profundidad de 30 centímetros, apenas si se traduce en un aumento en elementos fertilizantes de milésimos por ciento y hasta la fecha no hay métodos analíticos capaces de poder aproximar hasta esa cifra. Las plantas en cambio son profundamente sensibles a esas pequeñas inyecciones de elementos fertilizantes, y es por eso que desde hace muchos años se viene trabajando en el sentido de con-

seguir determinar la fertilidad de un suelo valiéndose de la planta misma.

Estos métodos de análisis, que se han denominado análisis fisiológicos de los suelos, tienen el grave inconveniente de requerir un largo lapso de tiempo para su desarrollo, necesitándose de cuatro a ocho semanas; una cuidadosa observación y conservación de las condiciones exteriores reinantes, de la humedad, y por último estudios todavía más largos para poder determinar con exactitud la fertilidad de las tierras.

Para eliminar estos inconvenientes, el Dr. Newbauer, sugirió hace tres años el empleo de un método combinado que él denominó procedimiento químico fisiológico, y el cual se funda:

1o.—En la sensibilidad ya mencionada de las plantas, a los elementos fertilizantes, 2o.—en la facilidad que tiene la pequeña planta de absorber rápidamente los elementos que encuentra a su alcance y que toma de la solución del suelo, y por último en el análisis químico que posteriormente se efectúa en la pequeña plantita después de ocho hasta quince días de nacida. Por medio de su experimento el Prof. Newbauer ha conseguido resultados más o menos halagadores, y si bien es cierto que este procedimiento requiere modificaciones fundamentales y la introducción de muchos elementos que el referido Profesor no ha necho entrar como variables, no cabe duda que su ingenioso procedimiento más o menos modificado, tendrá que ser el que en el futuro dé la clave para el complicado problema de la investigación de los elementos fertilizantes en el suelo.

En los Laboratorios de la Dirección Gene-

ral de Agricultura, se han llevado a cabo un sinnúmero de análisis y experiencias, a fin de estudiar el método de Newbauer, en relación con el uso de los abonos, habiéndose verificado análisis químico-fisiológicos y análisis químicos de acuerdo con el viejo procedimiento francés, los cuales sirvieron como guía para tener la certidumbre de los conceptos que posteriormente se asentarán.

ELEMENTOS FERTILIZANTES EN EL SUELO.

Podemos dividir esos en dos categorías: los que son inmediatamente solubles en el agua, y, por consiguiente pueden ser asimilados directamente por la planta, y los que pudiéramos llamar de reserva, por encontrarse en forma insoluble, formando compuestos más o menos complicados y que para ser asimilados necesitan primeramente sufrir la acción de agentes externos que simplifiquen su constitución molecular hasta transformarlos en compuestos solubles. En ciertos casos estas transformaciones son más rápidas que en otras, bien sea debido a la constitución mecánica del suelo, agentes exteriores tales como la humedad, la temperatura, atmósfera, etc., o bien a una mayor riqueza en el mismo suelo en elementos fertilizantes, de donde resulta un grado variable de concentración de la solución del suelo. Como las plantas para vivir tienen que tomar sus alimentos del mismo suelo en forma soluble, es evidente que la mayor o menor concentración de elementos fertilizantes en la solución del suelo tiene que ser el índice de mayor o menor fertilidad del mismo; en otras palabras, la concentración de la solución del suelo en elementos fertilizantes, es el factor regulador de su fertilidad. Si, pues, se consiguiera determinar la riqueza de la solución del suelo en N, P. y K, se podría precisar con cierto grado de exactitud la productividad del suelo; mas, desgraciadamente, se ha tropezado en la práctica con dos grandes obstáculos: Primero: la imposibilidad de obtener un volumen suficiente de solución del suelo para llevar a cabo la determinación de N, P y K, esto debido a que el agua se encuentra re-

tenida entre las partículas del suelo, y la fuerza de atracción es algo más de 25,000 libras. Cámerón consiguió extraer pequeñas cantidades de solución de un suelo, valiéndose de una centrífuga que gira a razón de 2,000 revoluciones por minuto; pero la cantidad extraída es tan pequeña valiéndose de este método, que difícilmente puede hacerse el análisis químico.

La segunda dificultad estriba en la aproximación de los métodos de análisis conocidos, que impiden apreciar pequeñas variaciones en la composición de la solución del suelo.

Ineficacia del método de análisis por digestión en ácido clorhídrico a 1.11 de gravedad durante ocho horas a 100 grados.

Los métodos de análisis empleados hasta la fecha, son bastante precisos, pero sin embargo de eso no se puede decir que tengan la suficiente exactitud para poder apreciar las pequeñas variaciones en el contenido de una tierra en N, P. o K. Del libro de Cámerón (The Soil Solutions), extraemos los resultados obtenidos en diferentes determinaciones de potasa, hechas en el Departamento de Agricultura de Washington.

Químico que hizo el análisis.

A.	0.359 %
B.	0.345 „
C.	0.354 „
D.	0.260 „
E.	0.373 „
F.	0.210 „
G.	0.304 „
Promedio	0.315 „

Las anteriores determinaciones fueron hechas por Químicos de experiencia, y a pesar de ello se ve que hay discrepancias hasta de 163 milésimos por ciento.

Ahora bien, supongamos una adición de

100 kilos de cloruro de potasa por hectárea a una tierra cualquiera; si admitimos que el efecto se deja sentir hasta a 30 centímetros de profundidad, el peso medio de una hectárea de tierra hasta esa profundidad será de 4.000,000 de kilos aproximadamente y por consiguiente el aumento de la riqueza del suelo en K será de 0.0025 por ciento, variación que hemos visto es enteramente imposible que se pueda apreciar con los métodos ordinarios de análisis.

En los Laboratorios de la Dirección General de Agricultura, se hacen continuamente experimentos de campo en relación con el empleo de abonos, y durante ellos hemos tenido oportunidad de observar y comprobar lo que anteriormente se asienta, citando al efecto los siguientes casos concretos: cinco tablas de experimentación numeradas del uno al cinco, sirvieron para comprobar el efecto de diversas aplicaciones de sulfato de amoníaco en el crecimiento de la lechuga: la tabla número uno se abonó con 80 kilos por hectárea, la tabla número dos, sin abono, tabla número tres 40 kilos por hectárea, tabla número cuatro, 60 kilos, tabla número cinco, sin abono.

Varios días después de hecha la aplicación del abono, y de haber llovido, se tomaron muestras de tierra representativas de cada una de las tablas, y analizadas para nitrógeno total en el Laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 1—Abonada con 80 kilos de sulfato de amoníaco..	1.96 %
Tabla No. 2—Testigo.....	1.33 %
Tabla No. 3—Abonada con 40 ks. de sulfato de amoníaco..	1.19 %
Tabla No. 4—Abonada con 60 ks. de sulfato de amoníaco..	1.54 %
Tabla No. 5—Testigo.....	1.61 %

Las determinaciones anteriores fueron hechas por dos de los químicos de más experiencia y más antiguos de la División de Química, y, como se ve, no hay relación ninguna entre los resultados del análisis y la cantidad de nitrógeno añadida al suelo.

Las lechugas sembradas en dichas tablas sí fueron sensibles a estas aplicaciones, como podrá verse el rendimiento en kilos obtenido de las cinco mismas tablas.

Tabla No. 1.—(abonada) . .	24,000 ks. por hec.
Tabla No. 2.—(sin abono) .	18,000 ks. „ „
Tabla No. 3.—(abonada) . .	19,200 ks. „ „
Tabla No. 4.—(abonada) . .	22,200 ks. „ „
Tabla No. 5.—(sin abono) .	14,700 ks. „ „

Estos resultados indican que las plantas sí fueron lo suficientemente sensibles a la aplicación del abono, y el aumento del rendimiento fué enteramente proporcional a la cantidad de nitrógeno añadida en cada caso al terreno.

Otro experimento semejante se hizo para apreciar el efecto de los abonos fosfatados y amoniacales en la cebada, y al efecto se hicieron las tablas números 18, 19 y 20 para la experimentación. La tabla número 18 se abonó con sulfato de amoníaco a razón de 80 kilos por hectárea, la 19 sin abono, y la 20 con superfosfato doble y sulfato de amoníaco a razón de 80 kilos de cada uno de ellos por hectárea. Después de algún tiempo se hizo el análisis de las tierras de referencia con los resultados siguientes:

Tabla número 18.

Nitrógeno	1.50 por mil
Potasa (K20)	4.11 „ „
Fosfórico	0.86 „ „

Tabla número 19.

Nitrógeno total	1.60 „ „
Potasa	4.84 „ „
Fosfórico	1.09 „ „

Los resultados de los análisis no revelan absolutamente la diferencia entre la tabla abonada y la no abonada, y en cambio de la

tabla abonada se cortó la cebada verde para forraje, y bastaron tres amelgas para reunir una tonelada de forraje, necesitándose cuatro amelgas de la tabla sin abonar para obtener el mismo peso. Estos ejemplos y otros muchos que podrían citarse, unidos a las innumerables opiniones de personas muy competentes, bastarán para convencer a esta Honorable Asamblea de lo anteriormente asentado.

Esto no quiere decir que el análisis químico sea absolutamente ineficaz, y en muchos casos puede revelar la riqueza relativa de una tierra, habiéndose comprobado en este Laboratorio que en muchas ocasiones tierras fértiles, como las de Chalco, por ejemplo, en donde los rendimientos de maíz, son generalmente de más de 200 por uno, se han analizado bien, dando hasta cuatro por mil de ácido fosfórico y más de tres por mil de nitrógeno, lo que de acuerdo con la escala francesa significa una tierra fértil, coincidiendo, pues, los resultados del análisis, con los rendimientos prácticos.

El análisis químico puede ser igualmente eficaz para demostrar la ausencia completa de uno de los elementos fertilizantes, y no es raro el caso de encontrar tierras que tratadas con ácido clorhídrico, acusen la falta absoluta de ácido fosfórico, o de la potasa; en estos casos, es indiscutible la utilidad del análisis, y el químico puede asegurar desde el Laboratorio, que la adición de fosfórico a dicha tierra redundará indiscutiblemente en beneficio de las plantas de cultivo, aumentando sus rendimientos.

Resumiendo los anteriores conceptos, podemos decir:

1o.—El análisis químico de los suelos valiéndose del extracto con ácido clorhídrico, no indica de una manera precisa las necesidades del mismo en elementos fertilizantes.

2o.—Sería atrevido pretender determinar la fertilidad de un suelo, simplemente con los resultados de un análisis químico.

3o.—El análisis químico puede ser de utilidad únicamente para demostrar la ausencia

completa de cualquiera de los elementos fertilizantes.

Análisis Fisiológico.

(Método de Newbauer).

El Profesor Newbauer, de Alemania, inició desde hace tiempo una serie de experimentos tendentes a aprovechar la capacidad que tienen las plantas recién nacidas para absorber únicamente ciertos elementos fertilizantes que se encuentran en la solución del suelo, siendo la cantidad absorbida por ellas enteramente proporcional a la riqueza de la ya dicha solución del suelo en elementos fertilizantes; para ello el Profesor Newbauer aprovecha las semillas de avena, las cuales pone a germinar en una cantidad variable de tierra en cuya superficie extiende un cierto número de granos que cubre después con vidrio pulverizado, después de 16 a 18 días, las plantitas son extraídas del suelo con toda la raíz; lavadas para privarlas de cualquier partícula de tierra que se haya adherido, secadas a 100 grados y calcinadas. En las cenizas se hace después el cuanteo fosfórico y de potasa. Newbauer encontró que la cantidad de fosfórico o de potasa aumentan o disminuyen según la riqueza del suelo en elementos fertilizantes fácilmente asimilables, y más lejos aún, ha podido comprobar de acuerdo con las tablas que más adelante copio, que se puede determinar por este método la diferencia entre una tierra abonada y una tierra sin abonar.

Es evidente que la idea de Newbauer ha abierto a los Agrónomos un nuevo sendero que firmemente creo conducirá a la solución del problema, pero hay que reconocer también que en los experimentos de referencia, el Profesor Newbauer no ha hecho entrar en juego muchos factores que deberán tomarse en consideración, a saber:

1o.—El peso de los 100 gramos de semilla que se usan en cada experimento, tiene que ser variable según la calidad de la misma semilla, y por consiguiente la riqueza original en fosfórico y potasa, variará también.

2o.—El control de la temperatura y de la

humedad tiene que influir en el desarrollo más o menos rápido de las pequeñas plantitas, así como en la concentración de la solución del suelo.

3o.—Es indispensable precisar el grado exacto de desarrollo que deberán alcanzar las plantas antes de cortar, o, en caso contrario, fijar el tiempo exacto que debe de transcurrir entre la siembra y corte de las plantas. Estos factores deben de ser estudiados concienzudamente por las personas que en la actualidad se interesen en asuntos del suelo.

4o.—El poder germinativo de las semillas tiene que influir poderosamente en el número de miligramos de potasa y de fosfórico que se obtengan al final de cada experimento.

Todo lo anterior hace sugerir la necesidad de hacer entrar cada uno de estos factores como elemento, a fin de poder obtener un resultado que pueda ser tomado realmente en consideración desde el punto de vista científico.

Aun cuando en los Laboratorios de la Dirección General de Agricultura, no se dispone de un numeroso personal, y las múltiples ocupaciones impiden dedicar todo el tiempo que el suscrito quisiera, al estudio de este problema, no por eso se han dejado de hacer bastantes experimentos, siendo algunas veces tierras de fertilidad conocida o tablas que han servido para la experimentación de determinados abonos. Como el número de experimentos hechos hasta la fecha no es muy grande, no se ha llegado todavía a una conclusión y, al consignar todos esos datos, lo hago únicamente con el deseo de interesar a otros compañeros más competentes que yo, en el estudio de este asunto, a fin de que cada uno contribuya con su grano de arena a su resolución.

Para nuestros experimentos, hemos substituído los granos de avena por granos de cebada, tomando en cada caso 100 granos, habiendo tenido oportunidad de comprobar que aún cuando aparentemente las cebadas usadas fueron de muy buena calidad, el peso de las mismas es muy variable, siendo el mínimo 3.907 gm. y el máximo 5.100 gm. Esta variación en el peso tiene que influir forzosamente en el número de miligramos de potasa

o de fosfórico que se obtengan al finalizar el análisis. El número de días transcurridos entre la siembra y el corte de las plantitas, fué reducido de 18 días que sugiere el Prof. Newbauer a seis días, pero las diferencias tan pequeñas que he obtenido en la cantidad de fosfórico y potasa entre los testigos y las tablas abonadas, me ha convencido de que este último lapso de tiempo no es suficiente para permitir que las plantas absorban del suelo una suficiente cantidad de fosfórico y potasa que sea sensible al análisis químico; por consiguiente habrá que alargar este plazo hasta doce días. Otro factor de errores es de que, aun cuando todas las cebadas usadas para los experimentos tuvieron un poder germinativo de 95 %, en la práctica pude observar que en ciertas tierras germina únicamente el 53 % de ellas y en otras en cambio, se consigue una germinación hasta de 80 %.

Entre los fenómenos dignos de notarse, es el de que cuando las tierras carecen de fosfórico, el peso del mismo encontrado en las cenizas de la semilla germinada es ligeramente menor que el encontrado en la semilla sin germinar así por ejemplo: 100 granos de semilla, con peso de 5.020 gramos, dieron 33.8 miligramos de P_2O_5 , y otros 100 granos con peso de 5.1 gm. sembradas en una tierra de Ixtapalapa, muy pobre en fosfórico, después de siete días de germinación, dieron 25.8 miligramos de fosfórico. En cambio el grano sin germinar dió 13.4 miligramos de K_2O y las cenizas de otros 100 granos después de siete días de germinación, consiguieron un aumento de 9 miligramos.

Que la tierra era pobre en fosfórico, lo pudimos comprobar por el análisis químico que no acusó sino huellas de este elemento, y por otra parte las declaraciones del dueño del terreno que nos hizo notar el gran desarrollo foliario de las plantas sembradas (indicio de gran riqueza en nitrógeno) y la falta absoluta de rendimiento en granos.

El mismo hecho pudimos observar en una tierra muy pobre tomada en los alrededores del Distrito Federal, en la cual se usaron 100 granos con peso de 5,060 gramos, habiendo dado 19.8 miligramos de fosfórico después de seis días de germinación. 5 granos sin germinar de la semilla testigo (100

granos), dieron en cambio 25.2 miligramos del mismo elemento, acusando, por consiguiente, la semilla germinada una disminución en la riqueza de fosfórico.

Un experimento llevado a cabo en terrenos de la Dirección General de Agricultura, a fin de comprobar la eficacia de un abono fosfatado que se propuso en venta a la Dirección, sirvió también para ensayar el método de Newbauer. Las tablas usadas fueron dos, una testigo sin abonar que llamaremos número uno, y la otra abonada con 90 kilos por hectárea de superfosfato de 16% y 90 de Cl K. El análisis químico de las dos tierras, siguiendo el método común, dió los siguientes resultados:

Tabla número uno. (sin abonar).

Fosfórico (P ₂ O ₅)	3,244	por mil
Potasa (K ₂ O)	1,496	„ „

Tabla número dos. (abonada).

Fosfórico (P ₂ O ₅)	3,277	„ „
Potasa (K ₂ O)	1,927	„ „

Los experimentos fisiológicos dieron los siguientes resultados:

100 granos de cebada sin germinar.

Peso de los granos.....	5	gramos
Fosfórico (P ₂ O ₅)	16.1	mlgs.
Potasa (K ₂ O)	14.8	„

Tabla número uno (sin abono).

Peso de los granos	4.221	gms.
Fosfórico	26.2	mlgs.
Potasa	no se determinó	

Tabla número dos (abonada).

Peso de los granos	3.907	gms.
Fosfórico	30.8	mlgs
Potasa	25.6	„

Si reducimos los miligramos de fosfórico y potasa encontrados en las semillas germinadas y no germinadas, a un solo peso original, tendremos la siguiente cantidad de fosfórico:

Para los granos sin germinar.....	16.1
Para la tabla número uno (sin abono) .	30.75
Para la tabla número dos (abonada) ..	39.5

Se ve pues, de una manera palpable que haciendo entrar en juego el factor peso de los granos, se consigue distinguir perfectamente la diferencia entre una tierra abonada y una tierra sin abonar, cosa que fué absolutamente imposible de observar en el análisis químico hecho.

Con este ejemplo podremos citar otros muchos que se han hecho en esta Dirección algunas veces con éxito rotundo y otras veces con resultados dudosos, siendo ésta la razón por la que me inclino a aconsejar que en vez de seis días que he dejado germinar las semillas, se aumente este plazo a 12 días, a fin de hacer más notable la diferencia entre la cantidad de fosfórico y potasa que hay en las semillas, y la que se recoja de las plantas germinadas en la tierra.

No quiero distraer más la atención de esta Asamblea con detalles acerca del procedimiento químico-fisiológico, pero desde este momento me pongo a disposición de todos aquellos compañeros que se interesen en este problema, y con todo gusto proporcionaré aquí o en la Dirección General de Agricultura los datos que he obtenido y detalles acerca de la manera de manipular, con la esperanza de que consigamos en un futuro más o menos próximo, mejorar este procedimiento hasta hacerlo útil para la causa de la agricultura.

	Potasa	Fosfórico
Testigo	9.9 mgrs.	5.1 mgrs.
Con abono nitrogenado	7.2	3.5
Con estiércol (8,000 kilos)	18.0	6.8
Con estiércol (12,000 kilos)	22.2	8.3
Con abono mineral menos nitrogenado....	35.0	15.0
Abono mineral completo	30.6	16.7

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. BRAMBILA Jr.

UN PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS SALES SOLUBLES EN LAS TIERRAS

por Agr. Alejandro Brambila Jr.

de la

Div. de Química y Suelos de la Dirección de Agricultura.

En vista de la gran importancia que tiene para el Agrónomo la determinación de la cantidad y calidad de sales solubles existentes en una tierra y para satisfacer esas demandas, se han ideado varios procedimientos que tienden a simplificar y a hacer rápidamente estas determinaciones. El uso del puente de conductividad es indiscutiblemente adecuado, sobre todo tratándose de reconocimientos rápidos y preparatorios y su único inconveniente está en que no determina de una manera precisa la calidad de las sales existentes en el suelo.

En los métodos oficiales del Departamento de Agricultura, se aconseja seguir el siguiente procedimiento para la determinación de los carbonatos, cloruros y sulfatos.

50 gramos de tierra se digieren en 1,000 cc. de agua destilada, durante 24 horas agitando de tiempo en tiempo, al cabo del cual se hace pasar el líquido a través de una bujía Chamberlain.

Del líquido filtrado se toman 100 cc. que se evaporan a sequedad; el residuo se humedece con agua destilada y se pasa cuantitativamente a través de un filtro Chamberlain.

El filtrado se titula con ácido clorhídrico y se calcula como carbonato de sodio.

En otros 100 cc. de la muestra se determinan los cloruros por medio de nitrato de plata y se calcula como cloruro de sodio, y por último en otra porción de líquido se determinan los sulfatos gravimétricamente y se calculan como sulfato de sodio.

Aparte lo dilatado que resulta la evaporación de los 100 cc. de agua y la cual tiene por objeto eliminar el bicarbonato de calcio, nos-

otros hemos encontrado que en muchas de las muestras de tierra remitidas a este Laboratorio hay cantidades muy apreciables de sulfato de calcio, que, de seguir el procedimiento indicado en los métodos oficiales, queda registrado como sulfato de sodio y es perfectamente sabido que la acción de esta última sal sobre las plantas es bastante nociva y el sulfato de calcio puede considerarse más bien como benéfico, por lo que esta manera de interpretar los análisis se presta a conclusiones erróneas respecto a la calidad de una tierra. Para evitar esto hemos ideado en el Laboratorio un medio rápido con el cual se consigue distinguir el carbonato de sodio del de calcio.

METODO.

SOLUCION A.—Solución décimo normal de ácido clorhídrico.

SOLUCION B.—Se prepara mezclando en partes iguales una solución décimo normal de carbonato de sodio y otra de sosa cáustica, de manera que corresponda 1 a 1 con la Solución A.

MANERA DE OPERAR.

50 gramos de tierra se digieren como de ordinario en 1000 c. c. de agua destilada durante 24 horas, agitándose de tiempo en tiempo, al cabo de lo cual se hace pasar el líquido a través de una bujía Chamberlain, se desperdician los primeros 50 c. c. filtrados y del resto se toma una porción de 100 c. c. que se titula con la solución A. usando metil anaranjado como indicador, a esta primera titulación la llamamos "t"; se agregan

después 20 c. c. de solución B y se calienta el líquido hasta la ebullición; se filtra y se lava con agua destilada y el filtrado se titula de nuevo con solución A.

La diferencia entre esta segunda titulación y los 20 c. c. de solución B, agregados la llamaremos "T".

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

PRIMER CASO.—Si "T" es mayor que "t" quiere decir que en la solución hay únicamente carbonato de calcio y en este caso "t" multiplicado por 0.005 nos dará el carbonato de calcio y "T" menos "t" multiplicado por 0.0068 será la cantidad de sulfato de calcio; se hace después una determinación gravimétrica de los sulfatos, y el sulfato de bario se calcula como sulfato de calcio y si la cantidad obtenida gravimétricamente resulta mayor de la que se obtuvo por el procedimiento volumétrico, la diferencia se reduce a sulfato de sodio.

SEGUNDO CASO.—Si "t" es mayor que "T" quiere decir que en la solución hay únicamente carbonato de calcio y en este caso "T" multiplicado por 0.005 es el carbonato de calcio y "t" menos "T" multiplicado por 0.0053 es el carbonato de sodio; en este caso no hay sulfatos de calcio, pues éste no puede

subsistir en presencia del carbonato de sodio y, si la determinación gravimétrica de los sulfatos acusa cualquier cantidad, entonces se calcula como sulfato de sodio.

TERCER CASO.—Si "t" es igual a "T" esto quiere decir que no hay ni carbonato de sodio ni sulfato de calcio y, por consiguiente, "t" multiplicado por 0.005 será el carbonato de calcio.

Este procedimiento es muy rápido y requiere únicamente cuarenta y cinco minutos para operar y, como se dijo anteriormente, tiene la ventaja de poder diferenciar los sulfatos de calcio y de sodio.

Debemos hacer notar que en este procedimiento no se hace la diferenciación de sulfato entre los sulfatos de calcio y magnesio; pero cosa semejante sucede entre los procedimientos oficiales y se requeriría un análisis minucioso para hacer semejante diferenciación, cosa inútil desde el punto de vista agronómico.

Otro pequeño error es el de considerar los cloruros de calcio y magnesio como sulfatos; pero estas sales son tan raras de encontrarse en las tierras que casi no vale la pena mencionarlas.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. BRAMBILA Jr.



LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DE LOS SUELOS EN MEXICO

por Ing. Manuel Meza A.

del

Dept. de Enseñanza de la Dirección General de Agricultura.

La importancia de las sesiones de este primer Colegio Agrológico, estimo que no sólo depende de la presentación de diferentes trabajos científicos sobre la ciencia de la Agrológica, sino también de las resoluciones que dicte esta primera reunión se ha dado cita en este lugar para discutir, por primera vez en México, lo relativo a sus terrenos agrícolas. Indudablemente que para ilustración y conocimiento de los que asisten a estas sesiones tiene mucho interés los trabajos leídos; pero considero que, además, este primer Colegio debe atender a otros aspectos de la labor que debe desarrollarse en México en relación con la mencionada ciencia, desarrollo que podrá ser tanto más intenso y rápido cuanto mejor se comprenda en México la trascendencia de los estudios y trabajos relativos.

Invitado por el organizador de este Colegio para asistir a sus sesiones, consideré oportuno presentar este trabajo, que no se refiere a los asuntos meramente científicos, sino a una labor que considero conveniente se le preste la debida atención y que juzgo tan importante como cualquier otro problema relacionado con el mejoramiento de los suelos, su irrigación o clasificación, su nomenclatura o análisis.

En efecto, el progreso y evolución de las ciencias depende de lo que pudiéramos llamar el ambiente general existente en el lugar donde se estudien, así como de la vulgarización de sus principios. La medicina, por ejemplo, ha prosperado más en aquellas naciones cuyos habitantes tienen lo que se llama educación o cultura médica general, que permite a los especialistas en la materia, ejercer sus funciones de manera más intensa y ampliar

y realizar mejor sus observaciones y experiencias. Lo mismo sucede con todas las demás actividades humanas, de tal manera, que pudiéramos decir que el progreso y desarrollo científicos están en relación directa con el mayor número de las personas que se interesan en los problemas relativos, puesto que la labor aislada de unas cuantas, aunque ésta sea la de un genio, casi es ineficaz para promover el adelanto correspondiente, si los estudios, investigaciones, experimentos, libros, etc., no encuentran la simpatía necesaria para repetirse y renovarse, aumentando con esto el trabajo individual en una orientación dada.

Si, pues, el interés de los asistentes a este Colegio está en promover el desarrollo de los estudios correspondientes a los suelos de México, debe procurarse buscar los medios para que esa acción encuentre facilidades a su realización y éxito. De nada serviría que los pocos especialistas con que en México contamos, dedicaran toda su vida a estas actividades científicas, si entre los agricultores persiste esa ignorancia tan general y casi completa sobre lo que les conviene hacer, y que determina que no hagan el menor caso a las sugerencias y recomendaciones técnicas y si no existe opinión favorable dentro del Estado o Gobierno, para ayudar y promover la intensificación y ampliación de los mencionados trabajos. El atraso agrícola de México, además de las condiciones desfavorables por lo que se refiere a clima, topografía y fertilidad de los suelos, se debe, no a lo que es ya un lugar común decir, respecto a la incapacidad de sus habitantes para prosperar y trabajar, sino al desconocimiento existente entre las clases agrícolas de los métodos

modernos de cultivo. Si en lugar de las ideas religiosas que con tanto entusiasmo y constancia predicaron los misioneros españoles durante la conquista, se hubieran enseñado en México las mejores prácticas agrícolas que en aquella época se conocían sobre el cultivo de la tierra, y si nosotros, dentro de nuestra vida independiente, en lugar de preocuparnos por nuestra organización política dentro de una absurda democracia, hubiéramos sospechado siquiera la trascendencia de educar al agricultor, no con el objeto de aprender a leer y escribir, sino para lograr que labrara mejor la tierra, muy otras serían las condiciones presentes de nuestro país. Muy cerca de nosotros está el ejemplo yanqui que demuestra lo que una acción diferente significa. Llegados a la nueva Inglaterra los colonizadores ingleses que principalmente se preocupaban por explotar la riqueza agrícola de ese privilegiado país, y aumentando su población con los inmigrantes dinamarqueses, alemanes o noruegos que llegaban a trabajar la tierra virgen con conocimientos bastantes para explotarla mejor, el resultado ha sido de prosperidad, de todos conocida, no precisamente debido a la superioridad de razas de que algunos hablan, sino a las mejores condiciones que para explotar aquel país encontraron y tuvieron sus colonizadores.

El éxito de este primer Colegio Agrológico consistirá, por lo tanto, en que se logre suscitar en todo el país, o cuando menos dentro de ciertos elementos, el interés por los estudios agrológicos y mi deseo es proponer que de una manera formal se resuelva en estas sesiones que es indispensable iniciar una labor de propaganda, enseñanza y vulgarización de los conocimientos relativos, para fundar sobre bases firmes el estudio de dicha ciencia en México. No me refiero a la enseñanza y propaganda de los asuntos técnicos o a las especulaciones de carácter científico, sino a los lineamientos de un programa de vulgarización que determine la transformación del ambiente mexicano a que antes he hecho referencia y, por lo tanto, la aceptación y simpatía por los trabajos realizados o que se realicen en el futuro.

Tal programa de enseñanza y propagan-

da debe comprender, en primer lugar, la formación de técnicos especializados en Agrolología, que investiguen los problemas correspondientes, tanto en su relación con los principios adoptados en otros países, como con respecto a las condiciones especiales de México. La Dirección General de Agricultura, aun para la realización de los trabajos reducidos que al presente lleva a cabo, ha tropezado con la dificultad de la falta de personal técnico que desempeñe las labores asignadas a la División de Química y Suelos, que cuenta sólo con un jefe experto en estos asuntos, ayudado de dos agrónomos, hijos de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, que deben emplear todavía mucho tiempo para llegar a ser verdaderos especialistas. Igual dificultad suponemos que se presenta en la Comisión Nacional de Irrigación, la que se ha visto en la necesidad de traer elementos extranjeros, (hombres muy expertos por cierto), y lo mismo ha sucedido en todas las actividades de la vida mexicana, que nos pone de manifiesto que a México lo han sorprendido sus actividades de transformación y sus anhelos de mejoramiento, sin los individuos preparados para investigar, plantear y resolver los problemas de su vida económica y social. Este inconveniente es tanto mayor cuanto más grande es la necesidad de relacionar los principios de una ciencia y sus prácticas al medio especial de un país o región dada, y la cuestión de suelos es una de ellas, de manera que el trabajo actual que se realiza debe acompañarse de una labor paralela de preparación de individuos capaces de continuar las investigaciones ahora emprendidas, así como poner al alcance del agricultor los conocimientos que se obtengan y su interpretación, y desempeñar eficazmente los servicios que al Estado correspondan, entre los cuales pueden citarse, como trascendentales, la formación de cartas agrológicas y el estudio de las regiones que deben ponerse en cultivo.

Es muy difícil poder calcular el número de especialistas que nuestro país pudiera necesitar para tal género de investigaciones y actividades; pero basta considerar la extensión de nuestro territorio y lo indispensable

que resulta formar las cartas agrológicas antes citadas, para poder apreciar su número aproximado. Las obras de irrigación, el fraccionamiento de las propiedades de acuerdo con las leyes agrarias en vigor y las que se dicten en lo futuro, la repoblación forestal o la conservación de las actuales zonas de bosques y la enseñanza y propaganda entre los agricultores de los conocimientos necesarios para mejorar sus terrenos, son otros tantos problemas que están reclamando dichos especialistas, de manera que es urgente sugerir la conveniencia de crearlos.

Las instituciones encargadas de desempeñar esta función, son naturalmente las escuelas superiores de agricultura y en México será la Nacional de Chapingo, la indicada para impartir esa clase de enseñanza, no en la forma general como hasta el presente se ha dado a los agrónomos, sino como especialización que capacite a los profesionistas para una eficiente labor dentro de los servicios a que se ha hecho referencia. Debe tenerse en cuenta que tales servicios, son de la competencia exclusiva del Estado; pues los agricultores podrán adoptar, de acuerdo con demostraciones manifiestas que les aseguren el éxito de determinada práctica, las recomendaciones que pudieran hacérseles con respecto a tal o cual mejora o cultivo; pero jamás emplearán su dinero y su tiempo en estos servicios, si es la acción privada la que pudiera desempeñarlos eficazmente.

El acuerdo que sobre el particular pudiera adoptar este Colegio sería, pues, el de recomendar a la Secretaría de Agricultura y Fomento, que la Escuela de Chapingo incluyera en su plan de estudios, la especialización de la Edafología o ciencia de los Suelos para los profesionistas que en este plantel se forman, y, con objeto de contar con el profesorado indispensable recomendar, asimismo, que de los actuales alumnos de la Escuela Nacional de Agricultura se enviaran los necesarios a estudiar en el extranjero, en la inteligencia que el tiempo destinado al efecto, fuera lo suficiente y **que se garantizara EL COMPROMISO de regresar como profesores a la Escuela Nacional de Agricultura.**

Otros de los aspectos de la enseñanza ne-

cesaria en México, se refiere a la vulgarización de los principios y prácticas relacionadas con una explotación nacional de los Suelos, labor que podrá llevarse a efecto de manera amplia y completa cuando existan los profesionistas creados por las escuelas superiores de agricultura, cuando contemos con las investigaciones y experiencias propias realizadas en nuestros terrenos y cuando siquiera conociéramos la naturaleza de los suelos de México, cosas todas que nos hacen falta y necesitamos con urgencia. La vulgarización de esos conocimientos, así como el interés por tales asuntos, puede lograrse por medio de agencias o servicios directos. Las Escuelas Centrales Agrícolas, de reciente creación, las escuelas rurales y primarias establecidas en regiones agrícolas, con centros adecuados para desarrollar este género de enseñanza, que naturalmente debe ser elemental y que por ahora podría tener por principal objetivo destruir los prejuicios y las ideas absurdas que existen entre nuestros agricultores, en relación con el cultivo de los terrenos; despertar interés especial por el conocimiento de los suelos y su tratamiento y crear un ambiente propicio al trabajo de los técnicos. Además, y como complemento a esta labor de propaganda y enseñanza, debe tenerse en cuenta lo que se puede hacer por medio de publicaciones diversas, vistas cinematográficas y el anuncio, así como por medio de la enseñanza elemental por correspondencia. La Dirección General de Agricultura realiza en parte esta labor por medio de sus Agrónomos Regionales y un curso titulado "Suelos, su mejoramiento y Abonos"; pero la limitación de estos esfuerzos es tal, debido a la falta de elementos, que no debemos sentirnos satisfechos.

Una labor así de conjunto, intensa, que tienda a los propósitos aquí expuestos, además del trabajo material, consistente en el mejoramiento de los terrenos por las obras de irrigación y drenaje, por el empleo de abonos, etc., es la única base racional para lograr el progreso agrícola de México. Repito, que el esfuerzo personal a base de iniciativa privada, es casi ineficaz en países o regiones donde la mayoría produce muy barato y hace

competencia que resulta desventajosa al que ha procurado obtener mejores productos. Por otra parte, la acción oficial también es de escasos resultados, cuando a la labor de los elementos destinados a desempeñar determinados servicios no responde la simpatía y cooperación de los demás, de manera que antes de sugerir o recomendar tales o cuales prácticas agrícolas, hay que convencer a la mayoría sobre la utilidad de aceptarlas y esto sólo se logra cuando un criterio rutinario y atrasado se ha substituído por la inteligente comprensión de los problemas agrícolas de un país y la manera de resolverlos.

Además, y como complemento a esta labor educativa que debe ser continuada e intensa, es de recomendarse la repetición de conferencias como las presentes, que proporcionen la oportunidad de examinar en conjunto problemas especiales, cambiar impresiones sobre la acción encaminada a resolverlos y estrechar las relaciones de los interesados en estudiarlos. Podría decirse que los resultados de colegios semejantes son casi nulos, porque a las muchas discusiones no corresponde igual número de resoluciones prácticas; pero se puede contestar a esas críticas que las conferencias de carácter científico no pretenden desarrollar la labor inmediata que reclamen los diversos problemas que se estudian, sino analizar los aspectos de los asuntos científicos y conocer el desarrollo de las actividades correspondientes, así como suscitar la propaganda y conocimiento de las ideas que en tales reuniones se discutan y fomentar el interés de los especialistas, dando lugar a que se presenten nuevas investigaciones o estudios especiales. Por otra parte, y atendiendo a que al presente no existe en México ninguna institución científica que pudiera dar a conocer los progresos de la Agrología y a que el estudio personal de las obras publicadas sobre la materia reporta beneficios limitados a quien las lee o consulta, es interesante continuar el trabajo de cooperación que en esta vez se ha iniciado con el primer Colegio Agrológico.

Con los mismos propósitos antes señalados, es muy importante para México, que se encuentre representado en el segundo Con-

greso Internacional sobre Suelos que tendrá lugar el año de 1930, en Rusia. El primero de estos Congresos se efectuó en junio del año pasado en los Estados Unidos Norteamericanos y el que habla tuvo la satisfacción de representar a México en dicho Congreso y de apreciar la significación de esa reunión internacional. Delegados de 27 países concurren a Wáshington con tal motivo, numerosísimos trabajos fueron presentados para su examen y estudio y, al terminar las sesiones del Congreso, se efectuó una excursión trascontinental a través de los Estados Unidos Norteamericanos y el Canadá, en la cual los especialistas en la materia de casi todo el mundo, examinaron los suelos de esas naciones. Igual o mayor importancia y significación tendrá el segundo Congreso Internacional y, por lo tanto, debe procurarse que México tenga la representación debida y ninguna oportunidad es más propicia para sugerirlo al Gobierno de nuestro país, que la presente reunión de carácter nacional. Asimismo, podría estudiarse aquí la contribución que México pudiera aportar a ese segundo Congreso Internacional y determinarse el problema o problemas que deben estudiarse para presentar los trabajos relativos en ese Congreso.

Tales son las ideas que me permito sujetar a la consideración de ustedes, que fundan el programa de una labor mínima en materia de enseñanza y propaganda sobre la ciencia de los suelos que es interesante discutir y que me permito presentar bajo la forma de resoluciones, de la manera siguiente:

1a.—Que el primer Colegio Agrológico recomiende a la Secretaría de Agricultura y Fomento, que la Escuela Nacional de Agricultura establezca en su plan de estudios la especialización relativa a la ciencia de los Suelos.

2a.—Solicitar que la misma Secretaría designe, entre los alumnos de la Escuela Nacional de Agricultura, algunos que estuvieran capacitados para estudiar en el extranjero dichos asuntos, en condiciones **que garanticen que prestarán sus servicios como profesores en el mencionado plantel, al terminar su especialización.**

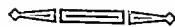
3a.—Recomendar a las dependencias oficiales interesadas en los asuntos de los suelos, que cooperen a la propaganda de los conocimientos relativos y den a conocer las labores que se desempeñan con relación a los mismos asuntos.

4a.—Aprobar que periódicamente se efectúen conferencias como las presentes del Primer Colegio Agrológico y determinar su fre-

cuencia, el lugar y fecha en que debe efectuarse el segundo Colegio.

5a.—Recomendar a la Secretaría de Agricultura y Fomento que México se encuentre representado en el Segundo Congreso Internacional sobre la ciencia de los suelos, que se efectuará en Rusia, en el año de 1930.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



EL COEFICIENTE DE RIEGO EN EL PROYECTO DEL CONCHOS

por Ing. C. C. Elder

de la

J. G. White Eng. Corp., S. en C.

La cuestión del coeficiente de riego parece haber sido agregada a la ya larga lista de dificultades, por su importancia inmediata y su interés, en el Proyecto del Conchos. Al presente todavía se está debatiendo el tamaño propio y definitivo de este Proyecto; éste depende, primero, de los resultados del estudio agrológico y el trabajo de clasificación que ahora se está llevando a cabo, (acerca del cual ha preparado un informe preliminar el Sr. W. E. Packard) y del coeficiente de riego que consiste en la cantidad de agua útil del Río Conchos que puede ser esparcida sobre la tierra que al fin se encuentre útil para la irrigación. La determinación de la cantidad de agua realmente útil ha sido aquí mi trabajo personal; pero la estimación del coeficiente de riego es todavía más incierto y difícil porque ella encierra el estudio del futuro, de la misma manera que el estudio del pasado. Debe uno ser un profeta o por lo menos el hijo de un profeta para hacer esto con éxito.

El coeficiente de riego ha sido definido generalmente como el área de tierra que puede ser irrigada por una unidad de gasto de agua, por ejemplo, el número de hectáreas irrigables por 1 mt. cub. por segundo. El coeficiente bruto o de derivación se mide en el punto de derivación del canal principal que parte del río. Para el Proyecto del Conchos el coeficiente bruto es aproximadamente 1 mt. cub. por 1000 hectáreas por segundo, o, en unidades inglesas, un pie cúbico por segundo por 70 acres. El coeficiente neto se mide en la compuerta principal del agricultor o en algunas ocasiones a lo largo de su propiedad. Debido a la longitud del canal en el caso del Conchos, cerca del 50%

de las derivaciones totales se perderá probablemente por absorción y por evaporación antes de llegar a las parcelas. El coeficiente neto aquí es por esto, 1 mt. cub. por 2,000 hectáreas, esto es en el área neta irrigable menos toda la tierra no irrigable, como canales, carreteras, derechos de vía de ferrocarril, edificios, corales, etc.

El coeficiente de riego es a menudo y tal vez más convenientemente expresado en términos de profundidad de agua aplicada anualmente sobre el área irrigable. Un coeficiente bruto de 1 mt. cúbico por segundo por mil hectáreas es entonces el equivalente de 0.9 de hectárea-metro por hectárea, o sean 0.9 de metro de profundidad. Esto, a menudo, causa confusiones cuando se comparan varios coeficientes; por ejemplo, un metro cúbico por 1,100 hectáreas y su equivalente que es 0.8 de metro de profundidad.

El mejor método para estimar el coeficiente de riego en una área nueva, tal como el Proyecto del Río Conchos, es estudiar las prácticas de campo en las tierras regadas en los alrededores. Por desgracia, solamente las vegas se riegan actualmente y sus suelos son mucho más pesados que la mayoría de los del Proyecto. El coeficiente se afecta mucho también por la escasez de agua en la mayoría de los canales en el Valle del Río de San Pedro y esto, naturalmente, limita la clase de los cultivos que pueden desarrollarse aquí ahora. En el nuevo Proyecto, será posible desarrollar muchos otros cultivos con un coeficiente medio más bajo y esto, probablemente, será necesario para pagar el costo del nuevo desarrollo. Un estudio del presente coeficiente en las tierras de los alrededores puede dar solamente una

aproximación burda del futuro coeficiente en las nuevas tierras.

Se hace entonces necesario usar los resultados de la experiencia en otros proyectos distantes, pero semejantes. Esto se hace difícilmente por las grandes variaciones que se encierran, principalmente suelos y cultivos; pero también deben considerarse el clima y las diferencias en la duración de las estaciones, temperaturas, precipitación pluvial, vientos, evaporación, etc., etc., y factores físicos, tales como la longitud del canal principal y los laterales, topografía de la región regada, su relación con otras tierras regadas en los alrededores y drenaje. Para eliminar el mayor número posible de estas variaciones, se determina primero el consumo. Este ha sido definido como la pérdida de agua permanente indispensable en la irrigación de todas las grandes porciones de tierra, o más generalmente hablando, la diferencia entre la cantidad de agua que entra y la cantidad de agua que sale en una área determinada que se considera, o la diferencia entre la cantidad de agua derivada y la cantidad que regresa a una corriente. La palabra "consumo" no es correcta desde el punto de vista técnico, puesto que el agua usada es meramente transpirada o evaporada más que consumida. Pero para el objeto presente, el agua se pierde por lo que respecta a la irrigación. El consumo en una pequeña parcela de tierra o un sólo rancho es en general más grande que en todo un proyecto o Valle, de tal manera, que el consumo en ese valle es lo que se expresa generalmente cuando se usa éste término.

Puesto que el clima en esta parte de Chihuahua es muy semejante al de los Estados Fronterizos del Sur de los E. U., Texas y Nuevo México, el consumo que se ha determinado en algunos proyectos allá es probablemente el dato más útil en esta región.

La mayoría de las anotaciones hechas para aquellos lugares son inaplicables por una u otra razón y la única medianamente satisfactoria conocida por mí, es el del Valle de Mesilla, sobre el Río Grande, precisamente al Norte del Paso. Estas notas no han

sido todavía publicadas, pero habiendo yo hecho uso de ellas durante los años de 1923 a 1925 he estado en aptitud de aplicarlas también aquí, sin poder asegurar que anotaciones se hayan hecho para los años más recientes, porque todavía se están computando y ratificando.

El Valle de Mesilla tiene un área bruta de 43,000 hectáreas y tenía una área regada de 27,000 en 1925. En el trabajo de campo se incluye la determinación del consumo, medidas o estimaciones del gasto del río más arriba y más abajo del Valle, gasto de los arroyos, retención del agua por las tierras, drenaje, evaporación en el agua y en la tierra, superficies, entradas de agua de riego a los ranchos, movimiento del viento, temperaturas, etc. El consumo para los tres años varía de 1.67 mts. a 1.13 mts. con un promedio de 1.10 mts. Durante estos años el nivel del agua freática bajó 44 cms., de tal manera que el consumo fué probablemente más bajo para el nivel del agua freática. Probablemente en años futuros que sean secos, este nivel será más bajo, cuando el agua no sea tan abundante debido al completo desarrollo del Proyecto. Un consumo futuro de 0.9 a 1 mt. puede ser estimado para entonces.

El coeficiente neto se determina, restando la lluvia efectiva, del consumo, y agregando una tolerancia para la filtración y para el agua sobrante del rancho que llega al río demasiado abajo para que una nueva derivación sea posible (Método de C. R. Hedkes. Equivalente de calor. Lynn Grandall's Idaho).

La única cosa cierta acerca del futuro coeficiente de riego es que éste será diferente del que ahora estamos estimando. Como un coeficiente muy alto pone en peligro el éxito final del Proyecto y un coeficiente muy bajo tiende a hacerlo impracticable, debido a su elevado costo, es necesario buscar el término medio que pueda usarse y es esto lo que nosotros esperamos encontrar al fin.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

LA MISION DEL DEPARTAMENTO AGRONOMICO DE LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION

(Extracto de la conferencia)

por Agr. W. E. Packard

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

La Comisión Nacional de Irrigación ha reconocido desde el principio la importancia del trabajo de investigación, esto es: la selección rigurosa de los suelos, como la preparación preliminar del desarrollo de la irrigación.

La agricultura de riego tiene sobre sí un gran peso económico, el cual sería aumentado con la desventaja de los suelos pobres.

EL RECONOCIMIENTO PRELIMINAR de cualquier proyecto, comprende tres distintos estudios: 1o., la investigación geológica de los posibles sitios de las presas de almacenamiento de derivación; 2o., el estudio de ingeniería del almacenamiento posible, de los sitios de derivación, de los trazos de canales, y la estimación general del área que puede ser cubierta por el sistema; 3o., el estudio agronómico de los suelos del área irrigable que comprenda el estudio de las condiciones actuales agrícolas y económicas y la clasificación preliminar de los suelos desde el punto de vista agrícola.

SI EL RECONOCIMIENTO PRELIMINAR demuestra que la tierra irrigable es buena y que el agua puede ser entregada sin un costo que la ponga inmediatamente fuera de los límites razonables desde el punto de vista económico, se procede al estudio detallado agrológico y de ingeniería, en todo el proyecto. Este estudio comprende el levantamiento del plano detallado del área, en la cual los suelos se clasifican en series y tipos, siguiendo los métodos usados por el Bureau of Soils del Departamento de Agricultura de los E. U.

Cuando se está llevando a cabo el levantamiento agrológico, deben tomarse notas muy cuidadosas de todos los factores que pueden afectar el valor de la tierra por regar. Cuando se ha terminado el trabajo de levantamiento, se procede a la ejecución de otro "Plano Detallado de Clasificación de los suelos", en el cual éstos son divididos en tres o cuatro grupos de valor agrícola relativo. El suelo denominado como de clase (1) representa el mejor suelo en el proyecto que se está considerando, aunque esta clase no sea exactamente igual a la clase (1) de otros proyectos. Los suelos de clase (2) tienen valor agrícola, pero pueden tener malas condiciones de drenaje, ser muy compactos o tal vez muy arenosos, pueden tener una topografía desfavorable para la irrigación o contener una pequeña cantidad de álcali, que les hace bajar su valor respecto a los suelos de primera clase; los de clase (3) tienen un valor pequeño o quizá nulo debido al álcali, drenaje o topografía; la clase (4) representa las regiones no agrícolas. Este plano detallado es permanente y muy valioso para los compradores de terrenos, los valuadores, y sirve como una guía para el fraccionamiento.

El plano de clasificación sirve principalmente a los ingenieros que deban proyectar el sistema de canales, con el objeto de abarcar las áreas de importancia agrícola.

A los estudios agrológicos finales, les sigue una estimación cuidadosa del costo, y un estudio detallado de las condiciones económicas; por esta información la Comisión puede decidir acerca de la factibilidad económica del proyecto.

Sólo cuando el proyecto final está aprobado, es cuando se debe proceder a la construcción y fraccionamiento.

La bondad de este procedimiento se demuestra en el trabajo que hasta la fecha se ha hecho. Los primeros proyectos se estudiaron en el verano de 1926. Desde entonces se ha hecho el reconocimiento de más de . . . 500,000 hectáreas, y se ha levantado el Plano Detallado de más de 45,000 en tres proyectos. En la actualidad se está llevando a cabo trabajo de detalle sobre 130,000 hectáreas en dos proyectos. Seis de los proyectos examinados se consideraron impracticables debido a la mala calidad de las tierras o a su elevado costo. Otro proyecto ofrecía considerables promesas, pero se dió la preferencia a los que ofrecieron todavía mayor número de posibilidades. La construcción de cuatro proyectos fué aprobada y el trabajo de construcción se está llevando ahora a cabo.

Uno de los proyectos fué desechado debido a la presencia de álcali. **La falta de un buen suelo para irrigación fué un factor muy importante en la eliminación de los proyectos.**

En los proyectos que han sido aprobados, sólo se han incluido en el área irrigable los mejores terrenos; esta inclusión de los mejores terrenos ha modificado, generalmente, los planos de trazos de canales; en uno de los casos la modificación fué tan grande, que sólo una muy pequeña parte del área original permanece dentro de los límites del proyecto, y éste cambió, de un proyecto mediocre a uno de grandes posibilidades. Las áreas de suelos muy delgados o mal drenados fueron substituídas por otras de migajones ricos y profundos.

Los trabajos de investigación en los suelos han sido llevados a cabo muy cuidadosamente, dándose particular atención a las condiciones del subsuelo. Los perfiles que se han estudiado en agujeros profundos y cientos de ellos han sido escarbados de manera de facilitar el trabajo a los hombres que trabajan en el campo. En todo el trabajo agrológico se han empleado las barrenas para suelos, pero, los datos obtenidos para el subsuelo en estas condiciones, han sido au-

mentados por el estudio cuidadoso de los perfiles en esos agujeros profundos.

Las áreas alcalinas han sido reconocidas y definidas usando el puente eléctrico. Se han examinado millares de muestras de suelos de esta manera.

El trabajo de campo ha sido ilustrado por los estudios de Laboratorio, acerca de álcali, de fuentes de abastecimiento de agua, de fertilidad de suelos y ha ayudado poderosamente a la resolución de problemas especiales.

El Laboratorio está perfectamente equipado para las necesidades que se requieren en una investigación de suelos; se emplean en él dos químicos experimentados.

Para ilustrar el juicio de los hombres de Laboratorio y de campo, se han llevado a cabo pruebas interesantes en cajas-macetas de experimentación. Se ha estudiado el efecto del álcali en los suelos y la influencia del yeso o de otros depósitos en el subsuelo por medio del crecimiento de las plantas en los suelos que se están estudiando; este trabajo no ha servido solamente para corroborar la opinión de los hombres que se dedican al estudio de los suelos, sino que ha sido un factor poderoso en el convencimiento de los propietarios de tierras escépticos que atribuyen a los suelos propiedades que no poseen.

Se han llevado a cabo en el campo pruebas de penetrabilidad de agua como una parte de la investigación de los suelos desde el punto de vista de la irrigación. Se ha uniformado esta prueba, de tal manera, que los resultados expuestos pueden relacionarse entre los suelos de diferentes proyectos. Los resultados de estas pruebas de penetrabilidad han sido sorprendentes y han proporcionado una información muy valiosa.

Se ha encontrado en dos de los proyectos una formación conocida con el nombre de tepetate (saxeum) la cual se ha demostrado como un factor decidido en la clasificación de las tierras. Si como al principio aparecía, este substrato de saxeum hubiera sido impenetrable al agua una mayor parte de las tierras de esos proyectos hubiera te-

nido que ser descartada; sin embargo, las pruebas de penetrabilidad en diferentes condiciones demostraron que este lecho, de apariencia rocosa, era bastante permeable. Se formaron entonces nuevos juicios a este respecto en relación con las nuevas condiciones y conocimientos.

En estos mismos proyectos y como una parte de las mismas investigaciones se hizo el estudio del comportamiento de las raíces de algunos cultivos importantes en las tierras regadas. Esto fué necesario para la interpretación correcta de las condiciones del suelo delgado, el cual es típico de un extenso territorio en la Mesa Central. Seguramente esta información es muy valiosa cuando se trate de decidir acerca de la clasificación de los suelos en esos dos proyectos. El estudio de las raíces resolvió algunos problemas acerca de las posibilidades de irrigación, los cuales no hubieran podido ser resueltos de otra manera.

Uno de los objetos principales del trabajo de levantamiento de planos de suelos y clasificación que se ha estado haciendo, es el adiestramiento de los jóvenes Ingenieros Agrónomos mexicanos que quieran dedicarse al trabajo de levantamientos agrológicos. Después de dos años de práctica bajo la guía de hombres experimentados se decidió llevar a cabo un Colegio Agrológico en el Proyecto del Río Conchos, con el objeto de consolidar las ideas y la experiencia ganadas en el trabajo hecho hasta la fecha y para proporcionar un curso intensivo en materia de física de los suelos y prácticas de laboratorio, que ayudarán a resolver los problemas de los suelos.

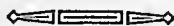
El problema de apreciación para el frac-

cionamiento de la tierra, está recibiendo ahora especial atención en el Proyecto de Santiago, que es el primero en llevarse a la práctica. La tierra ha sido subdividida de acuerdo con la adaptabilidad de los suelos y de las condiciones económicas que se tendrán cuando la tierra sea regada.

Como una base preliminar se han establecido granjas experimentales cuando se ha creído necesario. En el Proyecto de Don Martín, que está localizado en una región aún no desarrollada del Estado de Nuevo León, se ha establecido una granja de 60 hectáreas. En ella se han experimentado bajo condiciones controladas, las variedades de plantas que prometen éxito. También se han demostrado los métodos de cultivo y de riego que deben seguirse; así como el costo de administración y preparación de la tierra que se riega. Se ha comenzado el establecimiento de un vivero de árboles frutales y de sombra que pueden usarse en los lotes y a lo largo de las carreteras.

El programa del trabajo de construcción está siendo desarrollado por un arquitecto. Aunque la Comisión no se propone hacer construcciones rurales, el trabajo de ese arquitecto puede ahorrar dinero a los colonos que se establezcan y al mismo tiempo asegurar la conveniencia y la belleza en la construcción, pues para esto se han estudiado las condiciones locales de los materiales. El consejo del arquitecto será de positiva utilidad y es de esperarse que el programa de construcción puede ser dirigido de tal manera, que le dé al desarrollo del proyecto un carácter especial.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



EL COSTO DE LA IRRIGACION

(Extracto de la conferencia)

por Agr. W. E. Packard.

del

Depto Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación

Un campesino que maneja cualquier área considerable de tierra es a la vez un trabajador, un capitalista y un administrador; el que tiene sólo una extensión de cuatro o cinco hectáreas es ante todo un obrero, mientras que el propietario de una gran extensión, es principalmente un capitalista. Cuando el capital aumenta, el factor "dirección" se hace más importante, puesto que la dirección atinada de una gran área es más complicada que la dirección de un lote pequeño.

El desarrollo de la irrigación en México, hasta ahora, ha hecho posible la existencia de ranchos muy pequeños cuyos propietarios viven solamente de su propio trabajo; los canales se construyen con el esfuerzo de un sólo individuo o de una sola familia y con un costo mínimo que en muchos casos solamente equivale al costo de las palas que se usan para hacer los canales, y, puesto que sólo se riegan las tierras bajas, no se ha hecho necesario hacer trabajos de derivación ni tampoco almacenamientos de importancia. Para nada se ha necesitado el dinero; con el trabajo ha sido suficiente. El sistema de canales, entonces, no está recargado por costo alguno; su costo ha sido cubierto con trabajo, un costo en esfuerzo, más que en dinero. Esto se aplica de la misma manera a los canales más grandes construídos por los grandes propietarios, porque los salarios son tan bajos, que han representado sólo un pequeño desembolso cuando se han llevado a cabo estas obras.

Para extender la irrigación más allá de las tierras bajas, se necesitan llevar a cabo trabajos de derivación más costosos y construir canales más largos a través de terri-

torios más difíciles; para utilizar toda la cantidad de agua posible, se necesitan crear vasos de almacenamiento que multiplican inmediatamente el costo de cada hectárea regada. Las presas y canales que se necesitan para almacenar el agua y llevarla a través de grandes extensiones, no pueden construirse únicamente con el trabajo de unos pocos propietarios, se necesita gastar dinero para implementos y equipo y también para mano de obra. En los grandes proyectos, como el propuesto para el Río Conchos, se necesitan millones de pesos para completar el sistema. El costo es muchas veces mayor que el de los pequeños canales que llevan el agua por gravedad y que hasta ahora han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la irrigación en México. Las oportunidades del agua barata prácticamente se han acabado. Si se quieren obtener grandes beneficios de la irrigación, es necesario gastar dinero en grandes obras.

El costo medio de los trabajos de irrigación en el Reclamation Service de los Estados Unidos es aproximadamente \$300.00 por hectárea, el recargo por irrigación en los distritos regados de California, es aproximadamente \$225.00 por hectárea. En muchos proyectos el costo de la irrigación llega a \$500.00 y hasta \$750.00 por hectárea a lo cual debe agregarse el costo de la tierra, de su nivelación, el drenaje, los caminos, escuelas, construcciones y un costo anual de mantenimiento que comprende los intereses de la deuda.

El agricultor que posee una tierra dentro de estos proyectos modernos tan costosos, está en una situación muy distinta de la del que tiene propiedades en el primer pro-

yecto llevado a cabo en México; en lugar de ser un obrero solamente, el agricultor moderno de riego es un capitalista. Sus tierras valiosas requieren una dirección cuidadosa, así como un trabajo intenso; tiene que afrontar grandes gastos, que no puede hacer si tiene solamente el dinero necesario para vivir; si es propietario de su tierra, tiene sobre sí solamente los gastos de operación y mantenimiento, pero si la está pagando, tiene sobre sí, los abonos y el interés. La dirección se vuelve entonces un factor de importancia definitiva.

El problema financiero puede apreciarse más fácilmente haciendo números en un caso teórico. El costo sería el siguiente:

	Pequeñas cooperativas o sistemas privados	Promedio de sistemas en grandes escalas	Sistemas costosos
Costo de la tierra.....	5	25.50	50
Costo de trabajos de irrigación.....	25	250.00	500
Costo de la nivelación y desmonte de la tierra.	20	50.00	100
Costo de mejoramiento y equipo del rancho..	50	264.50	500
Total en pesos por hectárea.....	\$ 100	\$ 590.00	\$ 1150

En el caso (1) un hombre que posee 5 hectáreas, tiene una inversión de \$ 500.00; él puede cuidar sus propios canales sin necesidad de dinero, no tiene que pagar intereses y puede ganar lo suficiente para comer y vestir sin tener mucho cuidado de la dirección. Es esencialmente un obrero, vive en un jacal y se divierte muy poco o nada con lo que la civilización moderna le ofrece.

En el caso (2), el propietario de la tierra, puede hacer su propio trabajo, desmontar y nivelar, construir sus propios edificios para reducir su desembolso de dinero; si tiene 5 hectáreas, tendrá que pagar algún interés y tendrá que llevar a cabo la operación y manutención con dinero además de trabajo; tendrá mayores necesidades y ten-

drá que producir un exceso cultivando más tierra y supliendo una parte de sus gastos por medio de su trabajo. Si cultiva más tierra, su responsabilidad aumenta y tiene que desarrollar su buen criterio y dirigir cuidadosamente, además de hacer su trabajo personal.

Es probable que un hombre que sea capaz de manejar más tierra, necesite un mejor medio de vida, una casa mejor, más vestidos, mayores facilidades para educar a sus hijos, etc., todo lo cual aumenta su responsabilidad y afirma otra vez la necesidad de una buena dirección. El se pone más cerca del papel del capitalista y director, aunque esté desarrollando todavía su trabajo personal. Las necesidades aumentadas requieren al mismo tiempo buenas herramientas y buena semilla para poder salir adelante con sus obligaciones y divertirse en sus momentos libres.

Si un hombre tiene 20 ó 30 hectáreas, puede producir bastante para afrontar todos estos gastos y los que implica un medio de vida más elevado. Una utilidad pequeña por hectárea representa en 5 hectáreas una existencia miserable; la misma utilidad por hectárea en 20 ó 30 puede representar una existencia satisfactoria. También es verdad que las mejores herramientas, la mejor semilla, etc., que requiere una producción en grande escala, puede dar por resultado el aumento de las ganancias por hectárea, lo cual quiere decir que los beneficios son mayores, cuando se aumentan la extensión y la inversión.

El problema de los mercados para los productos de una gran extensión acarrea en estos grandes proyectos de irrigación, necesidades de organización comunal bajo la dirección más apta y cuidadosa.

Deben trabajarse los cultivos que se adapten, no solamente a las condiciones climáticas, sino también a los mercados. Además los cultivos deben ser de suficiente valor para pagar el riego. El maíz no debe ser por más tiempo el cultivo principal, a menos que se desarrolle en rotación con otros y se use solamente para las necesidades domésticas de los agricultores. La agricultura de riego entonces es un negocio complicado.

La situación de las tierras en los grandes proyectos de irrigación es un problema serio; muchos proyectos han fracasado a causa de los suelos pobres o de la escasez de mercados. Un suelo pobre no puede sostener un gran proyecto.

La importancia del trabajo que estamos llevando a cabo, de seleccionar las tierras adaptables al desarrollo de la irrigación es fundamental, puesto que la buena tierra es el factor primario y principal.

Esta exposición no puede ser completa si no mencionamos el beneficio que reciben los grandes proyectos cuando se vende la fuerza eléctrica como un sub-producto de las obras de irrigación. Donde se pueden llevar a cabo los trabajos de electrificación, las cargas que tiene sobre sí el campesino se disminuyen considerablemente. En el Valle del Salt River la venta de fuerza eléctrica representa una ganancia de \$50.00 por hec-

tárea; en el Distrito Merced, en California, la misma venta de fuerza representa para el distrito una entrada neta de \$1.000,000.00 anuales. Además de esto, el campesino tiene la ventaja de la luz eléctrica, la fuerza y la calefacción. La vida en el rancho se hace más placentera.

El desarrollo de la irrigación en gran escala presenta muchos problemas serios; las comunidades ricas y portentosas que se han establecido en el Oeste pueden servir de ejemplo. El costo no debe siempre traducirse en dinero, ni tampoco puede el dinero representar todos los beneficios. México necesita el estímulo que trae consigo el desarrollo de la irrigación; los problemas son enormes, pero los beneficios que de la irrigación resultan, justifican plenamente una política de desarrollo extensiva.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



LA DISTRIBUCION DE LAS RAICES EN LAS TIERRAS REGADAS

(Extracto de la conferencia)

por Agr. W. E. Packard

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

A fin de que los agricultores puedan aplicar el agua para riegos de una manera inteligente, es necesario que se compenetren de la manera como se comportan las raíces de las plantas en las tierras regadas.

El propósito de la irrigación, es suministrar humedad para el crecimiento de la planta, y la tendencia debe ser agregar la cantidad necesaria de agua para que la planta se desarrolle de manera adecuada, evitando a la vez un desperdicio.

Existen muchas teorías respecto al efecto de la irrigación en el comportamiento de las raíces, siendo la más común la de que las raíces tenderán a caminar hacia abajo, si la cantidad de agua es escasa. A fin de investigar algo de este problema en relación con las raíces de alfalfa, en el Valle Imperial de California, hice algunos años, observaciones en las raíces de alfalfa sembrada en campos sometidos a diferentes tratamientos de riego. Las raíces de la planta fueron lavadas cuidadosamente, secadas y pesadas a cada 15 centímetros de profundidad. Las raíces mayores de 0.8 mm., no se tomaron en cuenta desde el momento en que su por ciento hubiera sido necesariamente mayor en el horizonte superficial, y su presencia no hubiera dado una idea exacta de las proporciones en que se encontraban las raíces alimentadoras propiamente, a lo largo de todo el perfil del suelo. Las conclusiones generales a que llegué, fueron las siguientes:

1.—Las raíces no tienden a profundizarse debido a la escasez de agua, a menos de que encuentren en el subsuelo una capa húmeda.

2.—Si en los horizontes inferiores del perfil, se encuentra una suficiente cantidad de humedad para mantener la vida de la planta, las raíces tenderán a seguir hacia abajo, absorbiendo la humedad a medida que avanzan hasta alcanzar una profundidad de 5 mts. o más; en tales casos la parte de la planta que se encuentra arriba del suelo se desarrolla muy poco, si es que se desarrolla, y la humedad es apenas bastante para mantener la vida.

3.—Si el agua se encuentra en los horizontes superficiales, las raíces quedan confinadas al límite inmediatamente superior al punto de saturación, y si acaso, un poco arriba de la capa de agua freática.

4.—Cuando el nivel del agua freática baja por algún medio artificial, las raíces a su vez se desarrollarán hacia abajo, y en caso de que el agua freática vuelva a subir, estas mismas raíces que se encuentran sumergidas dentro del agua freática, morirán.

5.—Si la tierra es regada frecuentemente, encontraremos que del 75 al 90% de las raíces, estarán confinadas a los primeros 120 cms., encontrando la mayor cantidad de ellas, de los 30 a los 60 ctms.

6.—El crecimiento de las plantas depende de la presión de la humedad en la zona en donde exista mayor desarrollo de raíces. Si los primeros 60 cms. se dejan secar hasta un límite en el cual el contenido de humedad del suelo esté un poco abajo del coeficiente de marchitamiento, el crecimiento se reduce de una manera muy palpable, desde el momento de que cerca del 50% de las raíces

de la planta, permanecen ociosas hasta que no se agregue mayor cantidad de agua.

7.—Los riegos frecuentes para suministrar agua a los primeros 150 cms., darán mejores cosechas, que riegos más abundantes, pero más distanciados.

8.—La aplicación de gran cantidad de agua, significa un desperdicio puesto que regará todo a profundidades más allá de la zona en que se encuentran las raíces, y por consiguiente se pierde para las plantas.

Siguiendo las conclusiones prácticas de este estudio, el agua se aplicó en California de una manera más frecuente a todos aquellos campos cuyos rendimientos eran bajos, dando por resultado que en algunos casos se consiguiera duplicar la producción.

Cuando se empezaron las investigaciones en el proyecto del Mezquital, pudo hacerse notar desde luego que el poco espesor del suelo, era el factor más importante que había que tener en consideración. La alfalfa crecía en esas tierras que tienen de 0.50 a 1 metro de profundidad; el chile se desarrollaba bien, en tierras que tienen algo más de 0.40 centímetros, y el maíz crece en tierras que tienen 0.20 centímetros de espesor. El tepetate forma el substratum.

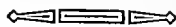
Investigaciones semejantes a las que ya se describieron demostraron que las raíces estaban confinadas al horizonte superficial

y a las delgadas capas de suelo que se encontraban entre el tepetate más o menos descompuesto. Si el tepetate estaba duro y no había sufrido la acción de agentes naturales, las raíces no penetraban.

En cualquiera otra condición era de presumirse que el agua de los riegos penetraría a través del suelo permeable, formando una zona saturada exactamente encima del tepetate; sin embargo, los experimentos de riego que se hicieron en el campo, demostraron que el agua penetra a través del tepetate tan fácilmente como a través del suelo permeable. El agua depositada en los agujeros hechos en tepetate, desaparece al cabo de unos cuantos minutos y en ningún caso el agua dura tanto tiempo, como cuando se trata de sub-suelos arcillosos. Este hecho de la permeabilidad del tepetate, explicó inmediatamente el hecho de que los suelos poco profundos de la región se podrían regar con todo éxito.

En toda área regada, es conveniente saber cómo se comportarán las raíces y la distribución de la humedad. Si se llega a entender la situación que existe en el sub-suelo, se puede aplicar de una manera inteligente el agua de riego, que de otra manera se desperdiciaría o disminuiría los rendimientos de las cosechas.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



LA BONIFICACION DE LAS TIERRAS ALCALINAS

(Extracto de la conferencia)

por Agr. Walter E. Packard.

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación

La bonificación de las tierras alcalinas presenta un problema muy serio en todas las regiones regadas del mundo. Solamente en las regiones áridas de Norte-América, hay millones de hectáreas de tierra que contienen la cantidad de álcali suficiente para impedir el desarrollo de las plantas. Miles de áreas, en un tiempo productivas, han tenido que ser abandonadas debido a la concentración de las sales en los horizontes superficiales, como consecuencia de la elevación del nivel del agua freática cuando las tierras han sido regadas. Nunca será bastante el cuidado que se tenga a este respecto, al estudiar un proyecto de irrigación.

Este problema no ha sido tomado muy en serio por algunos, cuya experiencia se ha limitado a las tierras alcalinas en condiciones fáciles de bonificación. Esta puede no ser difícil, cuando los suelos y los subsuelos son relativamente porosos, cuando existe un buen drenaje, cuando la cantidad de sales no es muy grande, y cuando las aguas de riego son relativamente puras o por lo menos, no contienen una gran cantidad de sales dañosas, especialmente carbonato de sodio. Sin embargo, generalmente las condiciones no son ideales; los suelos suelen ser compactos e impermeables, el drenaje escaso y al mismo tiempo su construcción difícil y costosa, o el álcali, por sí mismo puede dispersar las partículas finas del suelo, haciendo la penetración del agua casi imposible o lo que es lo mismo, un suelo impermeable.

La presencia de las sales de sodio, puede cambiar materialmente la solución del suelo y modificar, de una manera muy seria sus condiciones físicas inmediatamente después del riego. Es imposible, sin una investigación

muy cuidadosa, predecir el daño que puede causar la presencia del álcali en un suelo.

Un ingeniero que estaba investigando un posible proyecto de irrigación hizo hace poco un viaje a través del Valle del Río Salado, en Arizona, donde vió algunas demostraciones notables de bonificación de tierras alcalinas, y volvió con la firme convicción de que el álcali no era un problema serio. Las tierras que él estaba investigando estaban fuertemente cargadas de carbonato de sodio (álcali negro) y además, el agua de abastecimiento contenía cantidades apreciables de esta misma sal. Si su punto de vista optimista que adquirió en el Valle del Río Salado, hubiera servido como guía para la clasificación de las tierras que se estaban investigando, el resultado hubiera sido una pérdida seria para los empresarios del proyecto y la pérdida indudable para los rancheros que hubieran intentado cultivar la tierra.

Como ya se indicó, no son las sales el único factor que debe tenerse en cuenta; la calidad del agua de riego es de importancia primaria, pues si esta agua contiene sales nocivas, la adición constante en el suelo puede alterar completamente sus condiciones originales.

El álcali puede estar bastante uniformemente repartido en todo el perfil del suelo o puede concentrarse en un sólo horizonte. Si el agua freática está tan cerca de la superficie que pueda elevarse hasta ésta por capilaridad, es casi seguro que las sales se acumularán en la superficie o cerca de ella, y si el riego es el que ocasiona esta elevación de nivel, será la causa indirecta de la acumu-

lación, en la superficie, de las sales repartidas en todo el perfil. En el Oeste de los Estados Unidos existen muchos casos que pueden servir de ejemplo. En Fresno, California, el agua freática se encontraba de 12 a 15 mts. de la superficie antes de regar las tierras; cuando la irrigación se introdujo, muchas de las mejores tierras tuvieron que ser abandonadas en pocos años debido a la concentración del álcali; lo cual se debió a la elevación del nivel del agua freática que de 12 mts., subió hasta 1 mt. Se ha intentado muchas veces bonificar estas tierras, pero sólo en unas cuantas áreas se ha logrado obtener éxito.

Para estudiar las condiciones de la región de Fresno, la Universidad de California organizó un sistema de drenaje de tubos en una parcela de 60 hectáreas de la tierra alcalina; las sales que contenía el suelo eran en su mayoría sulfatos y cloruros y la primera agua de riego penetró lo suficiente, con facilidad; pero los riegos siguientes no tuvieron el mismo éxito; el agua permaneció en la superficie y sólo una pequeña cantidad de ella pudo penetrar y ésta penetró con tal lentitud que el riego no afectó en nada la condición del terreno. El estudio de la situación reveló el hecho de que las sales del agua de riego, al intercambiar sus bases con las sales del suelo, dispersan las partículas finas de tal manera que el suelo se vuelve impermeable. En cambio, una aplicación de yeso, para transformar los carbonatos en sulfatos que son menos dañosos, fué bastante para cambiar las condiciones de la tierra en una sola estación y la bonificación se hizo con éxito.

La inundación es el medio más seguro para obtener la bonificación de las tierras alcalinas. Como antes se dijo, las sales pueden ser disueltas y arrastradas por el agua, si el suelo es permeable y las condiciones de salida del drenaje son buenas. Cuando el álcali presente es "negro", la tierra debe tratarse con yeso, de 200 a 500 kls. por hectárea o más si es necesario, dependiendo de la cantidad de álcali presente; pueden usarse otros compuestos de cal, pero generalmente son muy costosos. También el estiércol, aplicado

en grandes cantidades, mejora mucho las condiciones del terreno. Si el agua de riego contiene sales de calcio, los riegos, simplemente, irán mejorando poco a poco el terreno, pero en todos los casos es indispensable que el agua absorbida por el suelo, tenga una salida, pues su acumulación será siempre un peligro muy serio. De hecho, el alto nivel permanente del agua freática, hará imposible la bonificación de las tierras alcalinas.

Los canales abiertos profundos se han usado con éxito para bajar el nivel del agua freática y eliminar las sales. Estos canales tienen generalmente de 2 a 5 mts. de profundidad con el objeto de llegar hasta un subsuelo permeable y para obtener una baja considerable del nivel del agua freática. Si el suelo es pesado, el área que se pueda beneficiar será más limitada que si el suelo es arenoso o un migajón arenoso. Si un canal atraviesa una capa superficial de suelo pesado y llega a un estrato gravoso, el canal puede bajar el nivel del agua en un kilómetro a la redonda o más.

La conservación de los canales es difícil, pues las plantas acuáticas y la basura arrastradas pueden llenar el canal y retardar y hasta obstruccionar totalmente la corriente.

Para poder alcanzar la profundidad deseada, el canal debe ocupar, forzosamente, una faja ancha de terreno, pues las paredes deben ser lo suficientemente inclinadas para evitar los continuos desplomes. Un canal de drenaje efectivo, ocupa, a menudo, de 15 a 25 mts. de terreno.

El alto costo del drenaje por medio de canales, condujo a unos experimentos de drenaje por medio de pozos profundos, el cual demostró dar resultados muy satisfactorios. Este método de drenaje, se llevó a cabo, en gran escala, por primera vez en el Valle del Río Salado, donde se demostró que para bajar el nivel del agua en todo el proyecto, se necesitaba solamente un pozo para cada sección. Estos pozos tienen de 25 a 35 mts. de profundidad y afectan el nivel del agua en una distancia de cerca de 1 km. a la redonda.

El sistema de drenaje por medio de po-

zds, se ha extendido mucho en los últimos diez años. En el distrito de Turlock, en California, este sistema ha demostrado ser particularmente bueno y se han perforado unos 60 pozos.

Un ejemplo típico que demuestra la eficiencia de este sistema, es el caso de un pozo de 60 mts. de profundidad que estaba situado cerca de un jagüey que tenía una hectárea de superficie; el agua tenía 45 cms. de profundidad y su nivel representaba el del agua frática de la localidad.

Dos semanas después de que la bomba empezó a funcionar, el jagüey estaba seco y el agua había bajado, en los alrededores, 45 cms.

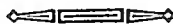
El drenaje no provoca una corriente lateral del agua, desde el nivel donde se encuentra, hasta el pozo, como se suponía antiguamente. El movimiento del agua freática puede describirse más claramente por el efecto que causa un pozo en la región que drena. El agua, en el caso de ser bombeada, se extrae de una profundidad de 35 mts., por ejemplo; la eliminación del agua de los estratos bajos del suelo, obliga a bajar al agua colocada en los niveles superiores. Hay un descenso del agua, en el lugar inmediato al pozo debido a la presión lateral, pero el efecto general es el mismo que se causara al bombear el agua de un lago; el nivel de todo el lago bajaría en cuanto el agua se extrajera. El movimiento del agua a través del suelo, se retarda por la fricción con las partículas del suelo; pero el resultado es exactamente el mismo que el ocasionado por el bombeo del agua de un lago. Un sólo pozo

sería suficiente para bajar el nivel en una región muy extensa, si en ella no entrara más agua.

El drenaje por medio de pozos (donde las condiciones son favorables) es, no sólo más efectivo que el drenaje de canales, sino a menudo más económico; el costo de un pozo, su equipo de bombeo y costos de operación menos el valor del agua para riego, extraída del mismo, debe compararse con el costo de los canales, su conservación y la pérdida debida a la tierra que ocupan. Cuando el valor de la tierra es grande, el costo del drenaje por medio de canales abiertos, es muy alto. Cuando el movimiento del agua en el suelo es rápido y se puede tener corriente eléctrica barata, es indiscutible que debe escogerse el sistema de pozos, con la seguridad de que es más efectivo y económico.

Es obvio que cuando hay tierras donde escoger, de ninguna manera deben tomarse las que contengan álcali, por pequeña que sea la cantidad. En el trabajo de clasificación, las áreas alcalinas deben limitarse cuidadosamente y excluirse de las tierras de primera calidad. Si es necesario utilizar tierras que tienen álcali, debe determinarse de una manera precisa la calidad de éste, su localización en el perfil del suelo, el carácter del agua que se va a usar y las posibilidades de drenaje. Algunas tierras pueden ser de suficiente valor para ser liberadas del álcali, mientras que otras no pagan el valor de esta empresa. Cuando se trate de bonificar tierras debe tenerse en cuenta que el drenaje es el requisito principal.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACION CIENTIFICA DE LOS SUELOS DESDE LOS PUNTOS DE VISTA AGRICOLA Y ECONOMICO

por Ing. Miguel Yépez S.

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

Durante el curso de los trabajos que he venido desarrollando para hacer el estudio económico de los Proyectos de Riego de la Comisión Nacional de Irrigación, he podido confirmar en todos sus puntos la importancia capital que tienen las investigaciones técnicas que en materia de clasificación de suelos y levantamientos de cartas agrológicas ha venido formando la propia Comisión, en cada uno de estos proyectos de regadío.

Las investigaciones preliminares, aportaron a la Comisión los conocimientos indispensables para determinar, desde el punto de vista agrícola, qué zona parcial, de la superficie total de cada uno de los proyectos de riego, era posible utilizar para fines agrícolas; la clasificación científica en series y tipos, para conocer las características de los diferentes suelos dominados por los canales de riego y adaptables a determinados cultivos.

La relación estrecha que existe entre el éxito agrícola y económico de cada uno de los proyectos de clasificación de los suelos que los forman, fué tomada muy en cuenta por la Comisión. El Profesor Shaw nos decía hace poco en una de sus brillantes conferencias, al definirnos qué cosa es **tipo de suelo** en la clasificación científica hoy en uso en los Estados Unidos y por adoptarse definitivamente en México:

“El **tipo**, en la clasificación científica de suelos, es la unidad de que se parte estando basado en las características de las series y en la textura del horizonte superficial. Estas características tienen **relaciones econó-**

micas perfectamente definidas y los rancheiros que utilicen estos suelos para dedicarlos a explotaciones agrícolas, encontrarán que, el **tipo de suelo** conforme a su clasificación científica, posee los fundamentos básicos para conocer el medio en que van a operar.”

Determinado el **tipo** y la serie del suelo, queda pues por definir la forma de aprovechar esta clasificación desde el punto de vista agrícola y desde el punto de vista económico.

La práctica y la experiencia nos enseña que en determinados suelos pueden prosperar mejor ciertos cultivos, dentro de un mismo sistema de explotación y en cambio otros cultivos diferentes que se quisieran adoptar, difícilmente prosperarían.

He aquí, pues, señalada la importancia de conocer las características de cada uno de los suelos y la ubicación en que éstos se encuentran, para así poder desarrollar un plan de colonización, fraccionamiento y explotación agrícola, tomando como base el tipo del suelo en que se va a operar.

Las plantas de cultivo requieren diferentes clases de suelos para prosperar. La alfalfa, por ejemplo, prospera en una gran variedad de suelos, a condición de que éstos tengan un buen drenaje y suficiente cantidad de cal. Los pastos para ganado se desarrollan muy bien en los migajones arcillosos y en las tierras francas, no sucediendo lo mismo cuando se tienen suelos ligeros y arenosos.

La zolla se desarrolla de manera copio-

sa y sorprendente en tierras demasiado pobres de cal, en las que el trébol de ninguna manera podría prosperar. La papa da muy buenos rendimientos en tierras ligeras, en los migajones arenosos, mientras que en las tierras compactas, los rendimientos son muy escasos. El trigo, la avena y la cebada se desarrollan mejor en las tierras francas, en los migajones limosos y arcillosos; pero no prosperan en las tierras arenosas o tierras ligeras. El trigo sarraceno da comparativamente mejores rendimientos en los migajones arenosos. La remolacha aumenta su riqueza en azúcar en los migajones limosos, mientras que cuando se cultiva en los arenosos, disminuye en riqueza sacarina.

He aquí palpable la necesidad de conocer, como de hecho lo está conociendo la Comisión de Irrigación, al haber adoptado un sistema de clasificación científica de los suelos que va a regar y a poner en explotación agrícola por medio de la colonización, cuáles son las características de cada uno de ellos, para así formar más tarde el plan racional de explotación recomendando y determinando los cultivos que pueden prosperar con éxito.

Hay que tener presente, sin embargo, los otros factores que influyen además del suelo en la adaptabilidad de determinado cultivo a una zona dada; clima, agua, mercados, etc. y también que, para que un suelo dado y por medio de una explotación racional, todos los terrenos pueden dar quizá la mayor parte de las plantas de cultivos; pero es necesario modificar previamente sus propiedades por medio de fertilizantes y de labores, siempre que el clima sea favorable.

En los proyectos de riego no se ha tenido un cuerpo uniforme en sus suelos.

Para los suelos arenosos que se encuentran en los proyectos de riego se ha tenido cuidado de recomendar y elegir plantas que se adapten a esta clase de terrenos. En general las praderas y la mayoría de los cereales no se pueden adaptar. Las leguminosas como el trébol, la alfalfa y la zolla prosperan muy bien en estos terrenos. El rendimiento de granos en las leguminosas es

generalmente más abundante en las tierras ligeras, que en las tierras pesadas, aunque sean más fértiles. La alfalfa y el trébol, producen mayores rendimientos en semilla, bajo estas condiciones, posiblemente debido al desarrollo foliáceo de la planta, que se retarda mucho en las tierras pesadas.

Igualmente se ha recomendado sembrar leguminosas en los terrenos ligeros, para añadir en esta forma nitrógeno y materia orgánica. Los suelos ligeros son generalmente propensos a secarse y de aquí la gran necesidad de añadir esa materia orgánica que ayuda a retener la humedad.

La papa de mejor calidad, así como los mejores rendimientos de este cultivo, se obtiene en migajones arenosos. Lo mismo puede decirse del camote y en general de las plantas que se explotan agrícolamente, por los rendimientos que proporcionan sus tubérculos. El frijol se desarrolla con todo éxito en cultivos de rotación en estas tierras. El centeno crece mejor que el trigo en las tierras arenosas y el trigo sarraceno da mejores rendimientos que la avena o la cebada. En las planicies arenosas y en donde el peligro de las heladas es grande, la remolacha, el chícharo y el girasol para forraje o ensilado, dan mejores rendimientos que el maíz forrajero.

Los pepinos, melones y sandías, dan magníficos rendimientos en tierras ligeras. En los migajones arenosos el chícharo, maíz de elote y las verduras, generalmente usadas para empacar, dan muy buenos rendimientos.

Los suelos arenosos poco fértiles no deben ser utilizados para desarrollar en ellos plantas de gran cultivo, porque los rendimientos son muy escasos y apenas si pagan el costo de producción. Esas tierras deberán aprovecharse mejor para crear en ellas bosques o agostaderos.

En las tierras francas, en los migajones arcillosos y en los migajones limosos, se pueden desarrollar plantas de gran cultivo, pues son todas tierras de primera calidad. Son los suelos indicados para henos y pastos

y en ellos se obtienen los mayores rendimientos. La alfalfa y los tréboles dan también sus máximos rendimientos como forrajes. Son a la vez las tierras indicadas para los cereales y el trigo, la cebada y la avena, son los cultivos que mejor se adaptan a estos terrenos. El maíz se desarrolla mejor en las tierras francas y en los migajones limosos, dando también muy buenos rendimientos en los migajones arcillosos. La remolacha se desarrolla muy bien y da su máxima producción, en los migajones arcillosos. La papa prospera en las tierras francas, pero la calidad es mejor especialmente en los migajones poco pesados.

En general estas tierras deben considerarse como de primera calidad para el maíz y los cereales, pastos y henos y son las más indicadas para agostaderos en donde no alcance a llegar el agua de riego.

En las arcillas se dan magníficos pastos y henos. Los pastos y las gramíneas prosperan muy bien. Estas tierras generalmente carecen de drenaje natural; de aquí que se necesiten trabajos especiales de drenaje, para asegurar fuertes cosechas de maíz, frijol y remolacha. Cuando este drenaje se hace debidamente, estas tierras se vuelven de primera calidad y se conceptúan como tierras fértiles. La alfalfa y el trébol dan muy buenos rendimientos en ellas.

En los terrenos turbosos se podrán sembrar de preferencia plantas de hortaliza, repollos, etc., etc., con muy buenos rendimientos. El chile prospera muy bien en estas tierras. El cáñamo y el lino crecen igualmente bien. En donde no existe el peligro de las heladas, estos terrenos estarán perfectamente indicados para el maíz forrajero y maíz para grano. El betabel, la remolacha y las plantas que se cultivan para producir maíz, se desarrollan muy bien, siempre que las tierras hayan sido previamente drenadas.

El centeno se desarrolla mejor en los terrenos turbosos en comparación con el trigo. La variedad precoz de la avena da generalmente mejores rendimientos que la tardía, mientras que la cebada crece más lentamente que la avena precoz.

En los terrenos turbosos bien drenados, los pastos igualmente prosperan con buenos rendimientos. El trébol es una leguminosa de las que mejor se adaptan a los suelos turbosos y es ahí donde se obtienen los mayores rendimientos en heno y forraje verde.

En el manejo y explotación del suelo, como es sabido, no solamente es necesario escoger las plantas apropiadas para cada tipo, sino que se necesita buscar una rotación adecuada, para cada uno de ellos, de acuerdo con las necesidades de las plantas.

Las tierras francas, los migajones limosos y los migajones arcillosos pueden mejorar sus condiciones, por medio de labores de 15 a 20 centímetros de profundidad. Los migajones ligeros y arenosos deben ararse a menor profundidad, dándoles después un paso de rodillo. Los suelos ligeros deben ararse también lo menos posible. Los terrenos turbosos se aran a una profundidad media, pasando después de esta labor el rodillo.

El cultivo de cereales puede hacerse en la mayor parte de los suelos ayudando al terreno con abonos y estiércol, para aumentar su fertilidad. Los terrenos turbosos requieren abonos fosfatados y potásicos y muy frecuentemente cal. Generalmente requieren previamente a su aprovechamiento obras de drenaje y sanamiento.

Los migajones arenosos necesitan un abono completo. Se mejoran mucho con un encalado y requieren también la aportación de materia orgánica. Los migajones limosos y arcillosos aprovechan mejor el fosfato ácido que el neutro, alternándolo en las rotaciones. Las arcillas y migajones muy pesados, dan los mejores rendimientos, cuando se drenan convenientemente.

Existen además de las características del suelo otros muchos factores que influyen poderosamente en los rendimientos de los cultivos. Se ha hecho un examen muy cuidadoso por medio de numerosos experimentos, para determinar cuáles son las características especiales y la forma en que responde cada suelo a determinado cultivo y se ha llegado a la conclusión, de que no podrá establecerse por mucho tiempo, una ley

universal que caracterice a un suelo, como definitivamente apropiado para un cultivo dado.

La calidad del suelo, dentro del aprovechamiento agrícola que pueda hacerse de él, es lo que comercial y financieramente le da valor. Depende de esta característica, de calidad, el saber por parte del agricultor, hasta cuándo podrá explotar su terreno con resultados económicos satisfactorios.

La agronomía, en este sentido, ha avanzado muy lentamente y la causa principal de esto ha sido el deficiente sistema de clasificar los terrenos agrícolas. La única manera que existe en la actualidad, para determinar si un suelo es rico o pobre, para un determinado cultivo, es cultivándolo y observándolo por medio de la experiencia, deduciendo de los rendimientos obtenidos, el **grado de productividad** y en consecuencia la calidad del suelo, para determinado cultivo.

Este grado de productividad es el que debe fijarse definitivamente para un terreno y sobre él, hacerse las apreciaciones y avalúos para ponerlo a la venta o entregarlo en arrendamiento, al rancho o colono con la seguridad de que podrá fijar de antemano y en forma muy cercana a la verdad, los beneficios que va a obtener de él y las posibilidades de que pueda vivir de la explotación del mismo, y cumplir los compromisos de pago y amortización que adquiriera, al celebrar su contrato de compra-venta y propiedad.

Igualmente el estudio científico y la clasificación de los suelos, en donde el rancho va a operar, nos lleva a la posibilidad de fijarle la extensión máxima que debe cultivar y las seguridades que pueda tener de organizar su empresa, bajo sólidas bases económicas. La superficie de su finca o granja estará en razón inversa de la calidad o grado de productividad de su terreno, es decir: a menor superficie, mayor productividad y en consecuencia, mayores rendimientos. En este sentido la Comisión Nacional de Irrigación ha comenzado a planear sus estudios económicos, de fraccionamiento y colonización.

El conocimiento del medio en que va a operar el colono, el rancho o en general el individuo que va a dedicarse a negocios agrícolas, es de primordial importancia para poder prever las circunstancias finales de éxito o fracaso.

En el caso particular de un proyecto de riego, señalaremos en términos generales todos los hechos, o cuando menos los principales, que deberá tener en cuenta el individuo que desee invertir energías y capital en la adquisición de un lote de terreno:

En las oficinas generales del Proyecto tomará los siguientes datos:

- a) —Cuota que tiene el proyecto por gastos de construcción a cada hectárea.
- b) —Cuota que tienen los gastos suplementarios de construcción y colonización.
- c) —Cuota de servicio de agua para riego.
- d) —Superficie de la finca que desea adquirir según sus posibilidades.
- e) —Importe de las mejoras iniciales que tenga que hacer para poner en estado de explotación su predio.
- f) —Cuál es la **CLASIFICACION DE LOS TERRENOS** que va a adquirir. Investigar la situación de ellos en las Cartas Agrológicas y ver el **tipo** que corresponde al lote que va a adquirir.
- g) —Si se necesitan trabajos de drenaje en dichos terrenos.
- h) —Cuáles son las contribuciones locales y cuáles las federales que tiene que cubrir.
- i) —Cuánto es lo que tiene que pagar anualmente al Gobierno por su terreno y el agua.

Por medio de una investigación personal en el terreno deberá confirmar, cuál es la profundidad de la capa arable.

- b)—Cuál es la superficie limpia y nivelada de su lote.
- c)—Condiciones en que se encuentran y mejoras, si las hay.
- d)—Ver la calidad del agua potable.
- e)—Ver las condiciones de drenaje y álcali.
- f)—Estudiar los cultivos que se desarrollan en las fincas colindantes.
- g)—Estudiar y ver las posibilidades de mercado para sus productos y tomar en cuenta la distancia a que se encuentra su finca del ferrocarril, camino vecinal y escuelas.

Después de todo esto estará en condiciones de poder formular su plan financiero de explotación, calculando así cuál es el monto total de los gastos que tendrá que hacer y cuáles son las posibilidades de recuperarlos, con la venta de los productos obtenidos en la explotación de su propiedad.

Siguiendo este procedimiento y cuidando en todos sus detalles la confirmación de los datos anteriores, difícilmente podrá llamarse engañado si es que no prospera en su empresa; pues para lograr el éxito de ella, únicamente quedará sujeto éste a sus actividades personales.

Vemos, pues, nuevamente, la importancia que tendrá para el colono o ranchero el seleccionar conforme a la Clasificación de Suelos hecha para el proyecto, una tierra que sea propia para el cultivo o los cultivos que piensa desarrollar.

Recorriendo diversas zonas y regiones del país, he podido comprobar que nuestra agricultura atraviesa en la actualidad por un período de crisis y de reajuste.

La inseguridad en los negocios agrícolas y su deficiente y pésima administración ha provocado un "absentismo" en nuestros campos.

La aplicación de las contribuciones y diversas cargas que pesan sobre nuestra agricultura creadas en virtud de disposiciones netamente administrativas, cuando no er al-

gunos casos de índole política, han sido aumentadas en forma considerable de 1910 a la fecha. La circunstancia de que los negocios agrícolas no hayan sido tratados para el efecto de estas tributaciones, al igual que el comercio y la industria, vienen a poner al agricultor en condiciones muy desfavorables y sin ninguna defensa que pueda auxiliarlo para guardar el equilibrio económico en su empresa.

El interés del capital agrícola mobiliario en la actualidad, es muy alto. Los rendimientos y las utilidades obtenidas en cualquier explotación agrícola muchas veces no son suficientes, para cubrir el monto de estos intereses. Esto ha traído, como consecuencia, que muchos agricultores comprometidos en su crédito, tanto con las negociaciones bancarias como con el comercio que las refacciona, hayan fracasado y en consecuencia desaparecido del campo de la agricultura nacional, restándole a esta rama de la actividad humana, valiosos elementos de trabajo.

Los fletes de los ferrocarriles han aumentado en forma considerable. El transporte de los productos agrícolas, de los centros a los lugares de consumo o puntos de exportación es costoso y en algunos casos prohibitivo. Esto ha traído consigo una deficiente distribución de esta producción agrícola. Las grandes distancias que tienen que recorrerse en nuestra República, hacen más grave el asunto y en muchos casos con detrimento de las utilidades, que legítimamente podrían corresponderle al agricultor o al consumidor.

Nuestro pueblo por otra parte, como defensa natural a las crisis económicas producidas por nuestras convulsiones revolucionarias, ha dejado de consumir muy principalmente artículos de primera necesidad y en materia de alimentación y tipo de vida se puede decir que poco se ha adelantado. Esto ha traído consigo el que nuestro ranchero productor, no haya podido encontrar, en la mayoría de los casos, demanda a los productos obtenidos de su trabajo, los que han sido descartados en muchos casos del renglón del menú de alimentación nacional.

Si por otra parte se tiene en cuenta la política nacionalista desarrollada a base de "abastecimiento propio" en Estados Unidos y Europa, principalmente después de la Guerra Europea, justo es suponer que difícilmente podremos pensar en que nuestro comercio de exportación, pueda tener desarrollo brillante, al haber disminuido la potencia compradora de estos mercados.

No obstante que el tipo de vida de nuestro rancho está colocado en un horizonte de humildad, la agricultura actualmente en México se puede afirmar que no paga y los beneficios obtenidos de ella son bajos o lo suficientemente exigüos para no provocar un entusiasmo al rancho o a la gente que quiera hacer inversiones en ella. Casi se puede decir que el agricultor en la actualidad está desempeñando un servicio de utilidad pública al abastecer el stock de nuestros mercados nacionales a base de corta utilidad.

La mayoría de los rancheros me han manifestado su alarma al ver el estado de sus negocios, precisamente cuando he querido llegar al análisis del plan que delínean, para sus explotaciones rurales. Cualquier previsión, cualquier plan que delínean, teniendo en cuenta los precios probables medios, a que podrán colocar su cosecha, les han fallado, debido a la inestabilidad de los precios para estos productos. Muchas veces son tan bajos éstos últimos que difícilmente alcanzan a cubrir sus gastos. Esto hace incosteable cualquier cultivo y principalmente si es para obtener productos sometidos a las cotizaciones mundiales de los mercados extranjeros.

Otra de las causas principales de nuestra deficiente agricultura, radica muy principalmente en el desacuerdo que existe entre la oferta y la demanda de los productos agrícolas obtenidos y en consecuencia la inseguridad que existe al calcular la colocación de estos productos en nuestros mercados.

La orientación moderna hacia una verdadera organización colectiva se ha venido marcando cada día más y por tanto puede considerarse ya como una necesidad imperiosa en México. Algunas empresas e insti-

tuciones dedicadas a otros negocios, que no son precisamente agrícolas, la han adoptado con positivos resultados.

Las crisis que hemos tenido y que se han sorteado con más o menos sacrificios, no han venido a afectar a la industria, al comercio y en general a otras fuentes de riqueza, tanto como a la agricultura. Podría afirmarse, sin escrúpulo, que nuestra agricultura ha venido a representar una gran falla, en el campo de nuestra organización económica, por cuya línea de menor resistencia se han infiltrado las energías y no ha podido en un momento dado suspender sus explotaciones ante un abatimiento en los precios de sus productos o ante la falta de mercado a los mismos. El aislamiento en que vive hace más crítico este problema y lo presenta indefenso a los cambios económicos, las más de las veces bruscos e hirientes que lo han llevado al fracaso y a la ruina.

A esto agregamos que nuestro rancho hace sus operaciones en pequeña escala y aisladamente, sin tener en cuenta que la organización moderna de los mercados exige mayores volúmenes de mercancías, para abaratar el costo de manejo y transporte de las mismas. Vemos aquí la causa fundamental por la que las utilidades del productor agrícola en México son tan reducidas en su conjunto total.

La mayoría de los rancheros no emplean contabilidades en sus negocios y todo lo apuntan "en la memoria", como me dijeron algunos de la Comarca Lagunera. Esto les imposibilita poder conocer, en un momento dado, cuál ha sido la causa determinante de cualquier fracaso sufrido y no podrán nunca localizar el mal, para corregirlo.

La condición del pequeño propietario en México, la del rancho independiente que vive, en donde actualmente está dividida la propiedad, es una condición desastrosa en el orden moral, y en el orden económico. Viven en un sacrificio constante, tienen una infinidad de derivaciones de sus pequeñas fortunas; venden sus cosechas al tiempo y al final de cada año agrícola, se encuentran, como ellos dicen, materialmente "cocidos de

compromisos." Jamás tienen un día de tranquilidad, jamás les queda un margen para ir mejorando sus pequeñas propiedades.

Tienen además, muy poco espíritu de unión, lo que hace que la mayor parte de las veces les lleve a ser víctimas del usurero, del comerciante del lugar quienes les prestan dinero y provisiones a muy duras condiciones, viviendo estos últimos a costillas del hombre de campo. Estos comerciantes, mejor organizados, conocen quizá más de las necesidades de los mercados y están al tanto de los precios de los artículos y productos agrícolas, que el mismo rancharo desconoce la mayoría de las veces y en consecuencia está siempre a merced de estos especuladores. La falta de unión entre los rancharos hace imposible cualquier sistema de organización, principalmente cooperativa y por lo tanto sufren iguales trastornos con la inconsciente competencia que entre sí se hacen.

En resumen, nuestro rancharo, nuestro agricultor, ha querido desempeñar todas las funciones conexas con la agricultura. Ha querido ser productor y vendedor. En muchos casos tiene que desempeñar labores de peón de campo y ser al mismo tiempo administrador de su finca. En los otros negocios las funciones ya se han diferenciado y el principio de división del trabajo, se ha hecho sentir. Una producción eficiente en trabajos agrícolas, requiere un alto grado de inteligencia y una completa información del medio en que se opera. Quiere decir mucho que el productor pueda ser al mismo tiempo buen comerciante o vendedor de sus productos y a la vez pueda interpretar claramente las condiciones de los mercados, como astuto financiero. La imposibilidad en que se encuentran la mayoría de nuestros rancharos, de reunir todos estos requisitos y condiciones, ha hecho que fracasen muchos de ellos en sus pequeñas empresas agrícolas.

Nuestro rancharo es trabajador, despierto, buen productor y tiene otras muchas cualidades, pero desconoce en lo absoluto la manera de organizar eficientemente su empresa y gasta innumerables energías para

producir, no obteniendo al final, los beneficios que racionalmente deben esperarse de la agricultura.

Otro de nuestros grandes problemas es, pues, la organización de nuestra producción, tanto en el orden unitario como en el nacional.

En aquellos lugares en que se ha comenzado a ensayar el sistema cooperativo de producción y en donde se ha dado la importancia que este asunto requiere, hemos podido observar la paulatina y benéfica prosperidad para el rancharo, llevada a cabo por medios persuasivos y convincentes, que han hecho crear más confianza en este sistema de organización, propuesto como eficiente.

Otra de las características que conviene mencionar y una de las principales fuentes de dificultades en agricultura, es la particular lentitud con que se obtienen los productos agrícolas y las dificultades que se presentan para poder hacer, en un momento dado de crisis, un reajuste económicamente ventajoso para el rancharo. La agricultura es menos flexible y rápida que la industria, el comercio o cualquier otro negocio, que necesite adaptarse a un nuevo estado de cosas reinante, o a un cambio provocado por una crisis económica.

La agricultura requiere relativamente un tiempo más largo para adaptarse a cualquier reajuste provocado por un cambio brusco de precios en los artículos producidos o a las fluctuaciones que sufren los mercados en la demanda de estos artículos. En consecuencia, la introducción de nuevos sistemas de explotación y cambios en los sistemas de producción se verifican más lentamente.

Las razones de esta particularidad radican muy principalmente en el carácter biológico de los procedimientos agrícolas, en el cual el factor **tiempo** es irreductible y de la mayor importancia. En la manufactura de artículos por medio de un procedimiento continuo, que a menudo requiere simplemente horas o días y algunas veces semanas, se puede, mejorando los sistemas, y perfeccionando los métodos de producción, acortar

el tiempo y aumentar eficientemente un determinado renglón sobre el que exista demanda. Pero los productos agrícolas que no pueden obtenerse sino en un determinado tipo de SUELO y dentro de tiempo que marca el período evolutivo de la planta y bajo condiciones de clima y otras circunstancias bien fijas y determinadas, no está en posibilidad de seguir y adoptar nuevos sistemas para economizar este factor tan importante. Las plantas, los animales, en general la producción agrícola, requiere algunas veces años, para poder obtener las utilidades, que la venta de ellos, puedan proporcionar al rancho. La resultante de todo esto es que el capital invertido en Agricultura, se mueve muy lentamente y no puede en un momento dado de crisis, defenderse de un estado anormal. Esto hace pues que cualquier cambio propuesto, para las nuevas condiciones en que el sistema de explotación agrícola debe encauzarse, presenta una rigidez a su realización muy de tomarse en cuenta.

En la industria se puede hacer un rápido cambio en los procedimientos y en un momento dado, reajustar la producción o regularla conforme a las necesidades del mercado. El industrial está en posibilidad de poder cerrar su fábrica en previsión de una crisis, cuando se venga una época o período de sobre producción. El agricultor que desde un principio, al seleccionar su finca ha enterrado allí todos sus intereses, ha estudiado sus suelos y los cultivos apropiados para ellos, ha invertido la mayor parte de su capital en mejora de su propiedad, etc., etc., no podrá fácilmente resistir, sin merma considerable de sus intereses, a una crisis provocada por una sobreproducción o abatimiento en el precio de sus artículos en el mercado. He aquí marcada, una vez más la importancia que tiene para el rancho el seleccionar convenientemente los suelos de su finca, para poder defenderse mejor de estas crisis y cambios bruscos en las condiciones económicas de su explotación.

El rancho que tiene cuidado al seleccionar bien su finca, tiene la seguridad por lo menos de cosechar cuanto necesite para su abastecimiento personal de él y de su fa-

milia y por este simple hecho, es independiente en determinadas condiciones y puede llegar hasta desconectarse por algún tiempo de las condiciones económicas reinantes; pero esto lo hará a base de sacrificios personales muy importantes y en detrimento de él y de su familia, hasta lograr vencer ese período trágico o perecer. Es decir, está completamente adherido, dentro del término económico a la tierra. A este respecto hay una diferencia fundamental entre la agricultura y la industria.

Si una industria manufacturera se encuentra en condiciones difíciles debido a una crisis de producción y viene la necesidad de mejorar sus métodos de producción, para reconquistar nuevamente los mercados, puede en ese momento verificar un reajuste en sus métodos, lo suficientemente rápido y efectivo para quizá llegar hasta suprimir determinados competidores estabilizando así su negocio. En el caso de una crisis aún más aguda puede llegar a paralizar totalmente su negociación y el personal de trabajadores distribuirse, en forma de dedicarse a otros menesteres. Está en condiciones el industrial de poder resistir mayor tiempo la crisis, al disminuir al mínimo sus gastos. El agricultor, más bien si es un productor en pequeño, un rancho tipo de los que real y efectivamente llevan el peso de nuestra producción general a costas, y que constituyen lo que podríamos llamar "unidad productiva" no podrá fácilmente cambiar su situación, ni podrá tampoco dedicarse a otros trabajos. Si el rancho abandona su negocio y principalmente si lo quiere hacer durante un período álgido, tiene que liquidar forzosamente con gran pérdida y quedar después a merced de una serie de dificultades penosas para conseguir acomodo en otro orden de trabajo. Si permanece en defensa de sus intereses, sin lograr equilibrar económicamente su negocio, al final tendrá que desaparecer y renunciar a su función como productor.

Si por otra parte desea mejorar sus sistemas de cultivo y adoptar nuevos métodos de producción, no estará en las mismas condiciones que el industrial. El industrial, como hemos visto, elimina fácilmente al com-

petidor. El agricultor no puede hacerlo. La situación es la misma para todos los agricultores y al lado de un rancharo progresista, siempre quedan defendiéndose, los agricultores conservadores. Así pues, el capital invertido en mejorar sus sistemas de cultivo, tendrá que salir forzosamente del reajuste de otras partidas del presupuesto general o más bien del renglón dedicado a proveerse de comodidades personales.

Muchas de las diferencias que se notan actualmente entre la prosperidad rural son debidas en gran parte a este desequilibrio que existe en el desarrollo económico de nuestro país. Cada día siguen congestionándose nuestras poblaciones y cada día van siendo menos los entusiastas que deseen dedicarse al campo y emprender trabajos de agricultura.

Para terminar esta exposición y tomando también en cuenta la importancia que para el rancharo implica el hacer una buena selección de los suelos de su finca, quiero hacer notar las diferencias que existen entre el agricultor y el industrial en lo que respecta al crédito agrícola, necesario para el desarrollo de su empresa.

En efecto, la actividad agrícola se desarrolla en condiciones bien distintas que otras actividades económicas.

El comercio y la industria realizan con rapidez sus operaciones de cambio o de transformación como antes hemos dicho, cuentan ordinariamente con los bienes visibles sobre los cuales operan; en general el régimen de sus operaciones es en cierto modo uniforme y no resulta muy afectado por la situación geográfica ni por otros factores, que los exclusivamente económicos.

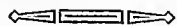
Las actividades agrícolas en cambio requieren plazos generalmente largos y en todo caso mayores que los exigidos normalmente al comercio y a la industria, para rea-

lizar su producción; el agricultor no tiene disponibles siempre los bienes en cuya producción se ocupa y la agricultura además de estar sujeta a los riesgos económicos comunes al comercio o a la industria, está subordinada a una larga serie de factores especiales y sobre ella influyen grandemente el clima, altitud, etc., la naturaleza del suelo, etc., etc., que hemos venido analizando rápidamente además de otra multitud de circunstancias que hacen imposible en la práctica obtener la seguridad y la uniformidad relativas que son propias de la actividad comercial o industrial. En consecuencia, a mayores inseguridades, corresponden mayores dificultades para obtener en condiciones fáciles y oportunas los créditos necesarios para salvar en un momento dado a una empresa agrícola en desastre.

Las anteriores consideraciones han sido tomadas muy en cuenta al hacerse el estudio económico de los Proyectos de Riego que está llevando a cabo la Comisión Nacional de Irrigación y se han estado estudiando estos problemas, en todos sus detalles para poder más tarde asegurar a los colonos y rancharos que se instalen en estas zonas de producción, como "unidades productoras", si no un éxito lisonjero y halagüeño, sí cuando menos prevenirlos de un fracaso o amargo desaliento.

El Presidente Calles ha dicho alguna vez: "Para el AGRICULTOR todo". Pues bien, yo completaría la frase diciendo que en efecto para el agricultor todo; pero siempre y cuando este agricultor esté en condiciones de responder como "unidad productora" en forma eficiente a la ayuda que pudiera proporcionarle el Gobierno, y esté colocado en forma de ser un factor económico de abastecimiento.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



DETERMINACION DE LIMITES

por Agr. A. E. Kocher

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

Se dice que el artista nace y no se hace. Yo diría que el Agrólogo no sólo nace, sino que también debe hacerse. Entre otras cosas debe hacérsele comprender: lo., que su trabajo es de importancia, que tiene un valor que puede ser medido y lo que es más importante aún, que puede ser medido en bienestar, puesto que va a afectar directamente la vida de millares de hombres, mujeres y niños que vengán a colonizar las tierras que él haya estudiado. Debe hacérsele comprender desde el principio, que de su trabajo puede venir la prosperidad y la felicidad de todos aquellos que trabajan las tierras por él estudiadas o, al contrario, si sus estudios y sus consejos no fueron hechos con cuidado pueden significar pobreza, miseria y desilusión. Debe hacérsele comprender que su trabajo será leído extensamente, estudiado y escudriñado y que un error en sus juicios es algo muy serio.

En realidad hay pocos agrólogos comparados con otros profesionistas. Al escoger el trabajo de Agrología el individuo se transforma, más aún que en otras profesiones, en un pilar de su profesión y debe comprender que la estructura completa del edificio va a ser juzgada por el trabajo particular de ese pilar. Nadie pensaría en comprar un edificio cuyos pilares fueran débiles, debemos, por consiguiente, poner todo nuestro empeño en que al vender al público nuestro trabajo de agrología, su naturaleza sea tal que inspire completa confianza. El individuo desde el principio debe sentir la responsabilidad personal que recae sobre él. Responsabilidad no sólo para la Oficina que le paga si no la que recaerá sobre él al servir a hombres y mujeres que le busquen posteriormente en su trabajo como guía en todo aquello que se relacione con las tierras estudiadas. Todo

aquél que comprenda y sienta la responsabilidad, jamás pensará que el trabajo de Agrología es algo poco digno de él. Muchos de los más notables hombres de ciencia de la actualidad están entregados al estudio de los suelos, siempre dispuestos a usar la barrena o el pico personalmente. Pope ha dicho: "para estudiar bien a la humanidad hay que estudiar al hombre", yo diría con él para estudiar bien el suelo hay que estudiar el suelo, y la mejor manera de hacerlo es en todos los casos, tiempos y formas en que se presenta, estudiarlo cuando está seco, cuando está húmedo, su pasado, su presente, su probable futuro; estudiarlo uno mismo, es-carbar, trabajarlo con el pico; ver personalmente la resistencia que ofrece a todas estas operaciones; algunas veces en los horizontes que parecen duros y que en realidad ofrecen poca o ninguna resistencia a la pala y al pico, y, por consiguiente, ofrecen poca resistencia al arado y a las raíces de las plantas. Si el peón es el que hace la perforación o escarba con el pico, el Agrólogo sólo podrá formarse una vaga idea de la resistencia encontrada. Algunos de Uds. me habrán oído decir que tan imposible es que un Agrólogo aprenda a levantar planos de suelos cuando el peón es el que maneja el pico y la barrena, como aprender el piano teniendo otras personas que muevan las teclas. El trabajo agrologico es trabajo personal que no puede ser dejado con éxito a ninguna otra persona, es más bien trabajo material que de gabinete y, sin embargo, el Agrólogo debe comprender que es tan honorable, tan digno y tan necesario como el Contador de un Banco, el Abogado o el Médico. Habrán de considerarlo como el preliminar, el primer peldaño de algo más elevado; es una profesión por sí misma merecedora de un estudio profundo y de los mejores esfuerzos que

un hombre puede hacer. El agrólogo es un hombre de ciencia y sus métodos son siempre tan científicos como los del geólogo, el químico o el botánico. Si el Agrólogo lo es de corazón, verá con placer crecer bajo sus manos la carta agrológica y su informe final, de unas cuantas frases inconexas, a un todo lógico y completo. Sentirá la emoción de todo aquel que hace cosas de gran valor. Habrá ocasiones en que sentirá tristeza y descorazonamiento por no poder resolver rápidamente algún punto confuso relacionado con su trabajo, pero seguirá después el sentimiento de satisfacción cuando haya encontrado la propia solución, bien sea por sí sólo o con la ayuda de otros. Esto sólo es aplicable al verdadero agrólogo, es decir, a aquel que ama su trabajo. No a todo el mundo le gusta la agrología y debemos de felicitarlos, porque de otra manera la lista de solicitantes sería tan larga que no podría leerse. Como dijo un pastor: No todos los hombres se parecen; si todos fueran como yo, todos amarían a mi esposa, y una vez entre todos dijo: si todos fueran como yo, nadie la querría. Así tenemos también muchos que les gusta la Agrología y a otros que no, y sólo aquellos a quienes les gusta deben permanecer en este trabajo.

Al principiar un estudio de Agrología yo aconsejaría entre otras cosas no tener gran prisa para poner algo en el plano. El suelo debe existir como un concepto mental perfectamente definido en el cerebro del Agrólogo, antes de que él pueda expresarlo con propiedad en el plano. En otras palabras; un individuo no puede definir una cosa, cuando no la conoce perfectamente. Solamente hasta que se tenga un concepto claro, se empezará a pasar al papel. Yo vería con desconfianza una carta que se había empezado el primer día que el agrólogo estuviera en el campo. Me ha pasado eso personalmente y muchas desconfianzas se han transformado en certidumbres de que la Carta primitiva estaba equivocada. De esta manera, se incurre en el error de tomar como tipos, algunas fases sin importancia, o hacer la diferenciación de ciertos tipos basándonos en determinadas características, que solamente

ocurren en pequeñas superficies y son de poca o ninguna importancia. Partiendo de semejantes tipos siempre tendremos una base para confusiones. No hay nada que se preste más a confusión y desilusión para el Agrólogo que el haber principiado su levantamiento sobre la base de un concepto mental equivocado de sus suelos; sería un caso semejante al de un Doctor, que empezara a recetar a su paciente desde que tocara a la puerta de la casa. Así como el éxito del Doctor depende de la exactitud de su diagnóstico, así el éxito del Agrólogo depende de la exactitud del concepto mental que se haya formado al reconocer los varios tipos de suelos. Para el Agrólogo un error de apreciación es de más importancia que para el Doctor, porque éste entierra sus yerros, mientras que el Agrólogo los publica. Hay una diferencia en la selección de métodos para hacer una carta agrológica, los cuales variarán con el individuo. Indudablemente que hay varios métodos, todos buenos, y es nuestro deseo ayudar a seleccionar de entre éstos, algunos de los mejores y es por eso que nos hemos reunido aquí. Al arribar a una área por estudiar, lo primero que hay que hacer es diagnosticar el caso. No hay que apresurarse; hay que ser paciente, el enfermo puede esperar. Tome todo el tiempo que sea necesario, días o semanas para tener una idea general del proyecto completo. En este viaje preliminar hay que detallar descriptivamente tantos perfiles de suelos como sea posible encontrar y la localización de ellos debe hacerse en el libro de campo sin empezar siquiera a hacer algo de levantamiento. Cuando los principales perfiles se hayan examinado, se agruparán automáticamente en el cerebro del Agrólogo en series.

Una vez que se haya tenido una idea general del proyecto completo, se puede dar principio al levantamiento preferiblemente principiendo por aquellas secciones con las cuales se está más familiarizado. Al hacer esto debe dejarse para estudios posteriores todos aquellos puntos que sean más difíciles de resolver, y de esta manera muchos problemas que al pronto parecerían oscuros,

se resuelven por sí solos a medida que el trabajo se desarrolla. Hay un dicho en español que dice: "Si quieres hacer una cosa de prisa, házla despacio" y esto se aplica muy particularmente a los principios de cualquier estudio agrológico. La eficiencia puede decirse que depende primordialmente de dos factores: exactitud y velocidad, y estos dos siempre van el uno en contra el otro, es decir, mientras más exactitud, habrá menos rapidez y viceversa. Cuando se llega al ajuste medio entre estos dos es cuando el agrólogo está en su máximo de eficiencia. Al empezar el levantamiento de una área el Agrólogo debe tener presente que la rapidez del trabajo debe tenerse en cuenta, pero la exactitud debe tenerse más bien en cuenta que la rapidez. A su debido tiempo él comprenderá cuando va trabajando demasiado despacio y puede sucederle que invierta los conceptos mentalmente y aunque la exactitud interese, pensará que la rapidez debe tenerse en cuenta. En cada una de estas dos fases de su trabajo, él puede tener razón y así como hay un cierto grado de exactitud más allá del cual es impracticable seguir, hay que tener presente que la exactitud debe ser lo principal, sobre todo, al principiar un trabajo. desde el momento en que es muy difícil corregir los errores iniciales y, al contrario de la creencia general, de que los errores se compensan, en la mayor parte de los casos se acumulan y, si se dejan pueden aumentar hasta nulificar prácticamente el valor del plano.

El Agrólogo en el campo debe procurar levantar todo aquello de lo cual esté razonablemente seguro antes de abandonar una estación, y, para ello, necesitará usar principalmente una gran dosis de criterio. Si caminando por un camino o brecha, encontramos los límites de un tipo y seguimos a lo largo de la brecha hasta encontrar el otro y estos cruzamientos del límite y el camino los anotamos con un punto, en el plano, en la noche, al querer medir en hectáreas o kilómetros el trabajo ejecutado durante el día éste sería equivalente a cero y por consiguiente el procedimiento debe considerarse ineficaz.

En vista de eso supongamos que usamos una pequeña línea para indicar los referidos cruzamientos; en la noche la suma total de trabajo medido en hectáreas no sería mayor que usando puntos. No habríamos conseguido determinar con exactitud la superficie de un sólo tipo. Al marcar con una línea en ángulo recto con el camino como lo hemos indicado, solamente damos a entender que en un punto de cruzamiento, el límite de tipo cruza con el camino, pero hay que tener presente que los límites de un tipo constan en una sección de puntos o líneas y, por consiguiente, mientras más grande podamos hacer esa sección de puntos en una dirección determinada, más rápido será nuestro trabajo. Debe darse la mayor atención a la dirección que tengan los límites del tipo al cruzar las brechas o caminos. El indicar con una línea en ángulo recto con el camino el límite del tipo, puede dar lugar a una interpretación errónea de la dirección del límite, lo cual conducirá a nuevos errores en los puntos que limiten el tipo en cuestión. Cuando el agrólogo está precisamente en el cruzamiento entre el camino y el límite del tipo es cuando está en posición más favorable para determinar su dirección y, si por un descuido se olvida de anotarlo en su plano, esto hará que posteriormente tenga que adivinar o recruzar nuevamente el mismo punto para determinar la dirección exacta. Con la plancheta orientada y una aguja marcando la localización en el plano, solamente se necesita un momento para poner la alidada en posición paralela con la dirección del límite del tipo y con un poco de práctica el agrólogo encuentra que esto puede hacerse casi instantáneamente, en realidad más rápidamente que formarse un concepto mental del asunto; he aquí un caso en donde toma menos tiempo hacer una determinación exacta que una adivinación inexacta. Mientras más use Ud. su plancheta, más exacto será el trabajo.

Si el agrólogo anda en automóvil, el espidómetro debe estar siempre al corriente y, si se descompone, arreglarlo inmediatamente y no queriendo decir con esto dentro de unos días o el día siguiente, sino inmediata-

mente, en el mismo instante en que Ud, descubra la descompostura. Por más que se diga y por muchos argumentos que haya de que este aparato se puede substituir en otra forma en la práctica, es insustituible y está demostrado que sin él el agrólogo se encuentra a menudo perdido o tendrá que recurrir a un largo y fastidioso método de triangulación y la triangulación con aparatos imprecisos no sólo es una pérdida de tiempo, sino da resultados poco precisos, sin que con esto quiera yo decir que no deba usarse. Puede usarse con frecuencia, especialmente cuando se trata de rectificar la posición de ciertos puntos que están en duda para el agrólogo. El agrólogo debe usar los caminos por donde viaja como base para su trabajo

Sucede a menudo que hay cierta dificultad para poder localizar el límite de un tipo en el campo, ya que esto no es una masa uniforme de materiales en toda su extensión y únicamente una cierta parte de él es típica y el resto va variando paulatinamente; en una parte se confundirá con los otros tipos que le siguen inmediatamente y habrá partes en las que el agrólogo no sabrá si llamarlo franco o migajón limoso o arcilla o arcilla limosa. En la mayor parte de estos casos yo aconsejaría no perder mucho tiempo para decidir este asunto. Si un migajón arcilloso y una arcilla se parecen tanto que casi no se puedan diferenciar, en realidad tiene poca importancia como se les llame y yo aconsejo clasificarla en forma que el plano quede en la forma más simple. Si todas las circunstancias son semejantes y un suelo visto es de la naturaleza que el agrólogo no sabe si llamarle un migajón, limo arcilloso o una arcilla, es preferible llamarle arcilla. Si la duda es entre un migajón limoso y un limo, lo mejor es llamarle limo. Si el punto, motivo de la confusión, consiste en decidir si el suelo es un migajón arenoso fino o un migajón arenoso, lo más acertado es llamarle migajón arenoso. En otras palabras nunca se use un término complejo si un término sencillo puede substituirlo con iguales ventajas. Hay que hacer el plano lo más simple que sea posible y evitar separaciones innecesarias o creación de tipos nue-

vos, meramente porque se vió una oportunidad para hacerlo.

Hay que tener presente que es perfectamente posible la existencia de superficies relativamente grandes en las cuales los perfiles del suelo son tan semejantes que no hay justificación en separarlos, y es preferible mostrar en el plano tales superficies con un sólo color; aunque ocupen las cuatro quintas partes de la superficie interior del plano, que fraccionarla en tipos o fases que no están justificadas. El agrólogo puede pensar que cuando en el plano aparece una extensa superficie de un sólo color, puede dar lugar a que se crea que su trabajo ha sido poco escrupuloso pero téngase siempre presente que es tan importante que haya uniformidad en las condiciones del suelo, como el que haya diferencia en ellos. Si solamente hay 6 tipos de suelos en el proyecto completo, es preferible mostrar esos 6 tipos en el plano, que mostrar 10 ó 12, e inversamente, si hay 10, tendremos pocas probabilidades en agruparlos en 6 únicamente.

Por lo que respecta a la rapidez, hay que hacer que cada uno de los actos del agrólogo tenga un valor. Hay que trabajar aprisa, hay que ahorrar cada minuto, que caminar pronto, centrar la plancheta rápidamente y gastar el menor tiempo posible en arreglar los implementos. He tenido oportunidad de ver agrólogos que necesitan 10 minutos para hacer una perforación con la barrena, trabajando continuamente, que otro individuo hubiera hecho en 2. Es sorprendente el resultado que se obtiene para traducir esto a pesos y centavos: supongamos que un individuo necesita 2 minutos para hacer una perforación y gana \$10.00 diarios; fácil es comprender que el hombre que necesita 10 minutos para hacer la misma operación debe de ganar únicamente \$2.00 y si a eso agregamos que aparte de los \$10.00 de sueldo hay que pagar los gastos del agrólogo, el segundo individuo no valdrá ni siquiera los dos pesos y algunas veces no valdrá nada. El es una rémora, pues mientras hace una perforación su segundo o tercer ayudante que le siguen, estarán a su alre-

dedor inactivos, esperando los resultados. Con práctica no es nada difícil plantar u orientar una plancheta en la quinta parte del tiempo que se emplea ordinariamente en esta operación y no sólo eso, sino que al mismo tiempo se puede perfectamente arreglar los otros materiales que se necesitan, la aguja, el lápiz, el borrador y el libro de campo de tal suerte que no se necesitará emplear más tiempo para todas estas pequeñas operaciones. Si Ud. puede ahorrar 10 segundos en cada operación, al cabo de 6 de ellas se habrá ahorrado un minuto; si en cada estación necesita 12 operaciones y puede Ud. quitar 10 segundos de cada una de ellas habrá ahorrado 2 minutos en cada estación. Hay que usar siempre una rutina, no importa que la que Ud. sigue sea una u otra, pero una propia de usted. o siga Ud. la mejor rutina que sea posible encontrar y practíquela Ud. de tal suerte que se vuelvan una segunda naturaleza. Con el tiempo podrá Ud. reducir cada una de esas operaciones insensiblemente a una sola. Supongamos que hacemos el recuento de las 12 operaciones que generalmente se necesitan para hacer una estación con plancheta. Primero hay que leer el espidómetro, después anotar la diferencia entre la penúltima y la última para determinar la distancia viajada. Con práctica, estas dos operaciones pueden hacerse casi al mismo tiempo en que el automóvil se para completamente. La manera de bajarse del carro tiene mucho que ver con la economía del tiempo. Lo mejor es abrir la puerta antes de que el carro se pare y estar listo para sacar la plancheta del asiento de atrás; una vez hecho esto, colocarse a unos 6 metros del carro y plantar la plancheta firmemente en el suelo; en unos cuantos segundos esta operación puede quedar terminada. Al colocar la plancheta en el suelo coloque dos de las patas de tal suerte que baste mover la otra para que quede rápida y automáticamente a nivel. Désele a la plancheta un rápido movimiento que la coloque en una orientación aproximada y al mismo tiempo bájese la aguja. Mientras tanto deberá Ud. ocuparse de arreglar otras cosas, su lápiz, alidada, libro de notas y aguja. Mientras tanto se observará la brújula im-

primiendo ligeros movimientos a la plancheta con la mano si se puede, o con el dedo si las manos están ocupadas. Se trata de orientar la plancheta lo más pronto que sea posible para poderla usar en cualquier momento. Mientras tanto y sin esperar a que la aguja quede inmóvil, habrá que medir y anotar en el plano la longitud de la distancia viajada y para cuando esto se haya hecho, la plancheta estará orientada o necesitará un pequeño movimiento para quedar en posición exacta. Después se hace la visual atrás y la visual adelante teniendo cuidado de hacer las líneas del plano un poco más cortas que la estimación de la distancia, por la sencilla razón que es más fácil y más rápido alargar una línea que borrar una demasiado larga.

En la mayor parte de los casos todas estas operaciones se pueden llevar a cabo en menos tiempo que he tomado en enumerarlos, y la razón por la cual las he mencionado es poner de manifiesto que basta ahorrar un poco de tiempo en cada operación para que al cabo de un día o de una semana este ahorro sea de bastante importancia.

Hay que aprender a decidir sobre la textura de los suelos rápidamente. La práctica le enseñará que la decisión que Ud. tomó en un minuto será tan exacta como la que tomó Ud. después de 5 minutos de debate, especialmente si éste es con Ud. mismo, y de ser así se habrán ahorrado 4 minutos. Hay que tener presente que tendremos tiempo para basar nuestras decisiones en otras 5 ó 6 muestras que tomaremos posteriormente y por consiguiente el ahorro será considerable. Supongamos que hemos hecho con la barrena una perforación profunda y determinado a nuestra entera satisfacción la textura del sub-suelo. Teniendo esto presente y teniendo también en cuenta que en la sucesivo sólo nos interesaremos por el suelo superficial, podemos ahorrar tiempo, dejando de usar la barrena y usando sólo el martillo en varias partes, hasta estar seguros de la textura del suelo. De este modo nos alejaremos sólo unos cuantos metros de la plancheta y con el martillo tomaremos una muestra del suelo superficial. Al mismo tiempo determinaremos la textura por el tacto,

al final de cuya operación estaremos unos cuantos metros más allá, donde la repetiremos hasta estar satisfechos del juicio formado para poder localizar el tipo en el plano.

En el caso de encontrar un cambio, debemos caminar un poco más allá, probando la textura al tiempo de ir caminando, para estar seguros de que el cambio es real y si lo es, hay que determinar su verdadero carácter, pues a veces sucede que existe una textura distinta en la zona de transición. Una vez hecho esto, volveremos, tan pronto como sea posible, al lugar en que se encuentra la plancheta para anotar en el plano los datos encontrados; es conveniente caminar un poco en distintas direcciones antes de regresar, para asegurarnos de que el cambio ocurre, o no ocurre, en los lugares vecinos. En este caso, el criterio indicará si esto debe hacerse o no. Si no se encontró ningún cambio en una corta distancia, podemos regresar y anotar en el plano, con un signo convencional, el lugar hasta donde llegamos. Una vez terminadas estas operaciones seguiremos caminando con la plancheta hasta encontrar otro límite o hasta un lugar intermedio conveniente.

En la mayor parte de los casos yo aconsejo no alejarse mucho de la plancheta, pues se pierde demasiado tiempo en regresar y es mejor cargar con ella por donde quiera que se vaya, economizando de esta manera tiempo y aventajando en exactitud.

Al hacer la limitación de los tipos, bien sea que se use la plancheta o el libro de campo, siempre use como base una línea cualquiera, bien sea un camino, una zanja, o puede ser una línea imaginaria, improvisada en dirección de cualquier árbol, casa, colina o algo que pueda ser identificado y hacia el cual se puede caminar. En caso de improvisarla señálela Ud. ligeramente en el plano y, en caso de que tenga Ud. que cambiar su dirección, coloque su plancheta hacia el objeto primitivo y después en la del objeto nuevo, marcándolo en el plano, transformando así esta línea nueva en base, partiendo de la cual se seguirá haciendo el levantamiento

Hay que usar siempre el criterio para no alejarse demasiado o estar demasiado cerca y evitar con esto el recorrer la misma línea en varias ocasiones. Una de las cosas que deciden generalmente el punto más lejano del recorrido es la proximidad de un camino por el cual se podría llegar rápidamente al campamento.

En caso de que Ud. esté construyendo su propio plano, es mejor no alejarse demasiado del camino, sino levantar únicamente los terrenos próximos, teniendo cuidado de indicar la dirección que tienen los límites de los tipos; cuando no se tiene un mapa geográfico que sirva de base, no se sabe si el camino más próximo está a 500 mts. o a 3 kms. Después de haber localizado algunos de los más importantes caminos en el plano, estamos en aptitud de decidir acerca de la conveniencia de levantar una determinada superficie, partiendo de tal o cual camino de donde quede más cerca; hay que procurar siempre aprovechar el automóvil en el mayor número de ocasiones que se pueda, siempre teniendo presente hacer el mayor número de observaciones posibles a medida que se camina y evitar el caminar sin hacer estas observaciones; esto requiere frecuentemente hacer pequeñas paradas rápidas en aquellos lugares en los que hay duda acerca del subsuelo, en cuyo caso habrá necesidad de usar la barrená profundamente, en otros casos habrá de detenerse a examinar la textura solamente, esto es: el cambio del tipo y no de la serie. En este caso es mejor usar el martillo, haciendo paradas frecuentes y rápidas, pues es de extrema importancia reducir el tiempo de cada observación para poder hacer el mayor número de ellas y al mismo tiempo más exacto el levantamiento.

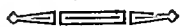
Vuelvo a insistir en que no se intente hacer una distinción demasiado exacta, procurando hacer lo más extenso que sea posible el límite de un tipo. Con el tiempo, Ud. descubrirá que para trabajar con rapidez razonable es necesario arriesgarse a ensanchar los límites del tipo más de lo que uno está enteramente seguro, pudiendo decirse que esto es meramente un asunto de crite-

rio, y la naturaleza del trabajo es tal que es imposible estar absolutamente seguro de la localización exacta de cada punto o línea del plano. Si se quiere avanzar con rapidez hay necesidad de arriesgarse. **En cada ocasión que se presenta hay que "chechar" el trabajo y hacer esto cada vez que haya una nueva oportunidad.** Es irremediable que, dada la naturaleza del trabajo, el levantamiento de de cartas agrológicas es una ciencia inexacta, pudiendo hacerse un nuevo levantamiento uno o dos meses después y encontrar determinados lugares en los planos que pueden ser cambiados. Generalmente cuando el Agrólogo ha terminado un proyecto le gustaría volver a regorrrerlo a fin de cambiar algunos detalles, pero esto es impracticable e imposible, pues después de todo, pocas ventajas se ganarían ya que las pequeñas discrepancias que mentalmente crea poder encontrar, en la práctica resultan de poco interés.

Después de algunos meses de estudio de un proyecto se llega al convencimiento de que un cambio radical aquí y allá sería de aconsejarse en la clasificación original, especialmente si se han hecho anotaciones en el libro de campo complementarias a las anotaciones en el plano; pero cuando para hacer estos cambios hay alguna duda, es preferible visitar nuevamente el área, ya que un mal levantamiento tiene menos valor que la no existencia del trabajo.

Como corolario de esto diré: No se entinte el plano hasta que se hayan tenido todas las oportunidades para corregirlo, en cuyo caso es más fácil borrar una línea de lápiz que una área entintada. Para terminar diré que todos los números, nombres y símbolos, deben colocarse en el plano en la Dirección de Norte a Sur y acostumbrarse a trabajar siempre del lado Sur del plano. Quizá se pensará que es una pérdida de tiempo el tener que dar una vuelta a la plancheta para llenar esta recomendación; pero hay que tener presente que otras personas van a usar estos planos. Supongamos que la persona que quiera usar estos planos encuentre unos símbolos hacia arriba, otros hacia abajo y otros en diferentes direcciones; esto significa que el individuo tendrá que ponerlo de un lado, voltearlo del otro, hasta 100 veces para leer lo que dice. Si suponemos que en vez de que sea una persona la que necesita usar este plano fueran 100 las que tuvieran que usarlo 100 veces, se necesitaría voltear el plano 10,000 veces antes de que pueda sacarse un provecho de él. Esto da una idea de lo que en el trabajo de Agrológia significan las cosas pequeñas y, como éstas se pueden volver muy grandes, multiplicadas un suficiente número de veces, de aquí la conveniencia de cuidar el detalle de las exploraciones.

Meoqui, Chih., julio de 1928.



LA CLASIFICACION DE LOS SUELOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA IRRIGACION

por Agr. A. E. Kocher,

del

Depto. Agronómico de la Com. Nacl. de Irrigación.

Los planos e informes de suelos están hechos para crear una fotografía mental del área estudiada. Para el lector atento representan una fotografía de gran detalle. Tomados en conjunto, muestran y describen los distintos suelos y la relación de los unos con los otros, los usos a los cuales puede cada uno dedicarse y su adaptabilidad a los cultivos. Por el informe el lector conocerá el carácter del clima, la clase de gente que habita la sección y el tipo de agricultura que se practica. Sin que tratemos de enumerar las muchas cosas que se pueden aprender usando un informe agrológico, es suficiente con decir que se obtendrá una fotografía mental detallada del área en conjunto.

Si algunas veces los informes y planos se han encontrado difíciles de entender, ¿no estaría bien investigar la causa, si es posible encontrar la explicación? El lector atento al inspeccionar un plano sabe que debe estudiarlo con tiempo y familiarizarse con los símbolos usados y especialmente que debe hacer referencia frecuentemente a las leyendas y al informe. Siempre habrá individuos que esperen abarcar todos los detalles al dar una ojeada sobre un informe agrológico. Siempre habrá individuos que no tengan tiempo o no quieran hacer el estudio necesario sin el cual la comprensión de dicho informe es imposible.

El informe de un levantamiento agrológico detallado es un documento científico y nadie debe esperar absorber los detalles de cualquier tratado científico sin dedicarle tiempo y atención. El informe de un levantamiento agrológico no es completo sin los planos que deben acompañarlo y viceversa,

el plano no es completo sin la descripción del texto. Muy frecuentemente la dificultad consiste en tratar de leer el uno sin el otro. El resultado no puede ser sino confuso. Cada uno está hecho para complementar al otro y especialmente el plano requiere frecuentes referencias al informe para la interpretación adecuada.

A despecho de algunos que encuentran nuestros informes y planos difíciles de entender, hemos alcanzado hace algunos años, ese grado de utilidad en que la ciencia del suelo tomó su alto rango al lado de aquellas ciencias que benefician a la humanidad. Sin disminuir de ninguna manera la bondad que le ha acompañado en el pasado, nosotros profetizamos con confianza una utilidad mayor en el futuro.

En el presente estamos sirviendo a muchos intereses, a medida que el tiempo pasé, otros intereses se aprovecharán de la ayuda que nosotros podemos darles. En primer lugar, y sobre todo, el hombre de ciencia está interesado. Nuestra obligación de recoger y diseminar el conocimiento científico con respecto a los suelos, es tan obvia, que no necesita una mención posterior; es, o debe ser, el propósito primordial de todo trabajo agrológico. Nosotros somos los únicos que podemos propiamente cargar con esta responsabilidad y mientras mayor sea la atención y mayor el empeño que pongamos en este trabajo, con mayor facilidad podrá la generación futura atacar los otros problemas del suelo con los cuales tendrá que encararse. Cualesquiera que sean los cambios que hagamos en nuestros métodos para llevar a cabo el trabajo de campo o la forma

que usemos para diseminar los resultados, no debemos, de ninguna manera, disminuir nuestros esfuerzos para hacerlos aprovechables como datos científicos.

En seguida debemos servir de la manera más adecuada al hombre que trabaja la tierra. Podemos y debemos servir al que invierte su dinero en el campo, y a las compañías fraccionadoras; ambos están interesados, el que compra y el que vende. De la misma manera las compañías refaccionarias, las organizaciones de vida rural, los constructores de carreteras, los manufactureros de fertilizantes y aquellos que se interesen en los depósitos de potasa, fosfatos o cal agrícola. Podemos ser y somos de utilidad particular para el ingeniero hidráulico, ayudándole en la selección de las mejores tierras para irrigación y señalándole cuáles parecen ser los lugares más apropiados para el trazo de los canales. Estos y otros intereses pueden servirse por medio del estudio detallado de los suelos. Por muchos años hemos estado haciendo esto y ahora estamos complementando nuestro plano de detalles por medio de uno más simple que da mucha información práctica, sin los detalles confusos de los "tipos" de suelos. Antes de adoptar éste, nosotros nos preguntamos qué era lo que realmente se necesitaba: Tomemos por ejemplo al ranchero o al ingeniero hidráulico; en nuestros informes de detalle, nosotros les decimos la textura, la estructura, la profundidad del suelo, qué clase de consistencia tiene, su riqueza relativa en materia orgánica, cal, mica, yeso, álcali; les decimos si el tipo tiene buen o mal drenaje, si la topografía es inclinada o plana; les decimos si el suelo es duro y difícil de trabajar o es blando y fácil, si es productivo o improductivo, si se adapta bien a este cultivo o mal a aquel otro. Estas y otras cosas son las que les decimos acerca del suelo y en el plano les mostramos el lugar donde se encuentra cada tipo. ¿Qué más quieren? vamos a ver: les hemos dicho ya si su suelo es más bueno o más malo que el de Sánchez. ¿Les hemos dicho ya si aquella pequeña mancha detrás del establo necesita drenaje cuando se riegue? ¿Les hemos dicho si

probablemente en este lugar aparezca el álcali?, o en ciertos lugares la irrigación puede traer consigo el problema del álcali? pero mirando el plano ¿puede él decir qué pensamos acerca de determinado lugar, si se somete al riego? Debemos tener en consideración que él puede estar interesado solamente en saber si cierto terreno es lo suficientemente bueno para pagar su irrigación; si su topografía es lo bastante favorable para garantizar su nivelación; o si el suelo es bastante bueno, no muy delgado, no muy pesado o compacto, demasiado gravoso, poroso o permeable; requeriría drenaje y en ese caso si sería costeable gastar en él; si las dificultades ocasionadas por el álcali pueden presentarse; si el suelo tiene un ancho margen de adaptabilidad a los cultivos para garantizar su irrigación; y finalmente si una vez que la tierra hubiera sido nivelada, drenada y abastecida de agua, se tendría un campo de alta capacidad productiva, o de sólo un valor mediano. Nosotros podríamos decir estas cosas o por lo menos estaríamos en condiciones de decir las con más o menos certeza. Vamos a suponer que se pretende regar la zona levantada. La contestación a estas preguntas se hace de interés no solamente para el propietario en particular, sino para todos aquellos que estén de cualquier manera interesados en el Proyecto. Es de un interés especial para el ingeniero hidráulico.

Vamos a suponer que en nuestro plano de detalle hemos puesto todo el rancho de Sánchez igual que el de Pérez. Según nuestro sistema de levantamiento los dos ranchos están constituidos completamente por migajón arcilloso Dolores. Los terrenos pastales de Sánchez, pueden estar situados en una planicie nivelada, la cual, si la región llega a irrigarse, puede requerir drenaje artificial. Al presente, el drenaje puede no ser necesario. De hecho, esa parte puede estar más favorablemente situada para el cultivo de temporal que otras partes del tipo, entonces parece innecesario, indicar una "fase" pobramente drenada. Las condiciones climatológicas del suelo son lo suficientemente semejantes a las que existen en los declives,

para dar productos que sean prácticamente idénticos. En nuestros planos, sin embargo, todos los lugares de ambos ranchos aparecen en un sólo color indicando migajón arcilloso Dolores, Pérez puede tener en su rancho, el declive de una montaña; Sánchez puede no tenerlo. Pérez quiere saber si es factible regar esta tierra. Esta pregunta puede hacerla no solamente Pérez, sino todos aquellos que de cualquier manera estén interesados en el desarrollo del distrito. Usted diría, este es un problema de ingeniería. Lo es. Pero afortunadamente, o por desgracia para nosotros, la tendencia ha sido durante los últimos años mayor cada día, a poner estos problemas directamente al cuidado de los agrólogos. ¿Por qué? Porque esto es algo más que un problema de ingeniería. Es también un problema agrológico. El carácter del suelo determina frecuentemente si será factible irrigar una colina. ¿Quién entonces es el más adecuado para responder esta pregunta que el hombre que dedica su vida al estudio del suelo?

Vamos a suponer que una parte de la colina tiene un declive ligero de 5 ó 6 grados, otra parte un declive entre 5 ó 6 y 10 ó 12 grados, otra parte de 20 grados, pero regular y algunas otras partes mucho más inclinadas. Nuestro plano detallado de suelos muestra que todo es migajón arcilloso Dolores. Se diría: "Si hay un cambio suficiente en la topografía para ameritar un cambio en el valor, deberíamos mostrar dos "fases" diferentes: la fase plana y la fase ondulada. Supongamos que lo hemos dicho así. Todavía no hemos respondido la pregunta tan llanamente como se ha querido. Las tierras que tienen diferentes grados de inclinación, tienen diferentes valores y la información que más particularmente se necesita consiste en saber qué partes de las áreas inclinadas son factibles de irrigarse, y una vez que están regadas cómo serán probablemente, comparadas con otras partes del proyecto, en valor, productividad o adaptabilidad. Sale sobrando decir que con todos nuestros otros detalles en los planos de suelos, no podremos mostrar cuatro "fases" de suelos basadas solamente en la topografía.

Sin embargo, el factor "topografía" puede ser tal que fije valores enteramente distintos al mismo tipo de suelo.

¿Qué hemos de hacer? Hacer otro plano suplementario si ustedes quieren, que dé esta información prácticamente, sin los detalles confusos de tipos de suelos. Pero la topografía no es el único factor cuyas características difieren suficientemente en grado, para dar diferente valor a los suelos. Entre otros factores, deben ser mencionados diferentes grados de drenaje, diferentes grados de álcali, y diferencias, no fáciles de levantar, existentes en los diversos tipos.

Consideremos el drenaje por un momento. Retrocedamos al rancho de Sánchez que tiene un área nivelada de terrenos pastales. Esta no requiere ningún drenaje artificial para el cultivo temporal. Sin embargo, cuando las colinas de los alrededores fueran irrigadas, el drenaje se volvería una necesidad imperiosa. Una parte del campo puede ser drenada a bajo costo, otra parte puede ocupar tal posición con respecto a los desfuegos, que la factibilidad del drenaje es dudosa, otras partes estarán tan bajas o tendrán detrás de sí una barrera natural o están tan lejos de los desfuegos, que seguramente no sería costeable el drenaje. En nuestros planos de detalle debemos mostrarlo todo, o una parte de ese terreno como una "fase" mal drenada. Sin embargo, puesto que no necesita ser drenada para el cultivo de temporal, probablemente no lo haríamos. Tenemos aquí, entonces, tres o cuatro condiciones de irrigación, dando cada uno de ellas diferentes valores en cuanto a propósitos de irrigación y el área total mostrada en el plano, bajo un sólo color uniforme. De acuerdo con la naturaleza del detalle, difícilmente puede hacerse de otra manera.

En materia de álcali, hemos encontrado expedito, mostrar varios grados y si la cuestión es lo suficientemente importante hasta hacer otro plano de álcali por separado.

Considerando el factor suelo por sí mismo sin tomar en cuenta su topografía, condición de drenaje, o contenido de álcali, en-

contramos que hay variaciones dentro del mismo tipo levantado, haciendo diferencias en valor o adaptabilidad si ese tipo se regara. Como en el caso de los factores arriba enumerados, no es siempre práctico indicar estas diferencias como "fases" en el plano de suelos. Por ejemplo, tomemos el factor calci-saxeum. Existe en diversas formas y condiciones. Algunas veces, existe en la forma de saxeum suave que permanece así cuando está húmedo, lo mismo que cuando está seco; otras veces, éste saxeum, que está suave cuando seco, se transforma en una arcilla caliza, adhesiva, cuando está húmedo. Estos suelos tienen una gran afinidad por el agua, y no siempre la dan con facilidad a las plantas. Otras veces, ese saxeum está tan endurecido, que es tan duro como una piedra; puede presentarse como una capa uniforme o como una masa quebrada y llena de grietas, que permite al agua pasar hacia abajo y posiblemente lo mismo a las raíces de las plantas. Esto puede suceder cerca de la superficie o a cualquiera profundidad.

Las mismas diferencias en estructura, profundidad, concurrencia, etc., se encuentran en los tipos con subsuelos gravosos. Estas múltiples variaciones, que pueden ser llamadas tonalidades o grados de diferencia, no se prestan fácilmente a ser mostradas en el plano de suelos, pero pueden ser indicadas de otra manera en una forma clara y concisa.

NECESIDAD DE UNA CLASIFICACION MAS SIMPLE

Aunque se ha venido solicitando desde el principio un sistema de clasificación más simplificado por medio del cual los suelos puedan ser valuados y comparados directamente, en estos últimos años ha sido cuando un progreso importante a este respecto se ha venido haciendo. Esto fué finalmente llevado a cabo en vista de los numerosos fracasos por parte de los agricultores, en los proyectos de irrigación del Oeste de los Estados Unidos donde muchos de ellos, no sólo

no pudieron pagar su anualidad ni sus gastos haciendo a un lado las obras de construcción, sino que ni siquiera pudieron mantenerse. Aunque había un número de factores contribuyendo a esta situación, tales como las condiciones económicas, mal sistema de ventas y en algunos casos, falta de familiaridad con las condiciones locales, por parte del agricultor mismo, desde un principio se reconoció que, con mucha frecuencia las dificultades se debían a la elección de suelos que no eran adaptables para la irrigación.

En algunos casos, tuvo que llevarse a cabo una acción drástica sobre algunos ranchos para el beneficio del proyecto en general. Se les quitó el agua a aquellos que tenían suelos pobres, para darla a los ranchos vecinos que podrían hacer un mejor uso de ella. En algunos casos, habían sido plantados huertos en estos suelos pobres y regados diligentemente por algunos años. Renunciar a ellos significaba pérdidas económicas serias, pero el no hacerlo, significaba pérdidas mayores, porque donde el agua es escasa y costosa, su uso en suelos excesivamente porosos no sólo da por resultado hacer incosteables los cultivos, sino que puede ocasionar una escasez general de agua reduciendo las utilidades en todo el resto del proyecto.

Puesto que en la mayoría de los casos el costo de las obras de irrigación fué pagado por adelantado, por el Gobierno Federal, éste se vió obligado a hacer un reajuste, pues aunque los contratos habían sido hechos con toda buena fe, no hay gobierno que lógicamente haga que los contribuyentes paguen los costos de un mal proyecto. Poco tiempo después, el Congreso de los Estados Unidos, pidió que fueran clasificadas todas las tierras en los Proyectos federales de irrigación dudosos y, como resultado de esta clasificación, el Bureau of Reclamation de los Estados Unidos, perdió algunos millones de dólares. Una parte de esto fué debido a las presas, u otras estructuras, que habían demostrado poca utilidad; pero la mayor parte se debió a las tierras irrigadas que origi-

nalmente debieron ser excluidas de los Proyectos. Este trabajo de clasificación fué hecho con mucha violencia y ejecutado principalmente por los residentes de la localidad, que a veces tomaron como base de clasificación, la producción en lugar de las características del suelo, sucediendo algunas veces que se tuvo la clasificación de los agricultores en lugar de tener la de la tierra que ellos cultivaban, porque con frecuencia un buen agricultor que sabe manejar cuidadosamente su negocio, es capaz de tener éxito en suelos relativamente pobres donde su vecino menos cuidadoso fracasaría. La clasificación, sin embargo, fué útil y sirvió para afirmar la necesidad de una clasificación científica que se basara principalmente en las características del suelo.

Durante los últimos años el Gobierno Federal de los Estados Unidos no ha llevado a cabo ningún proyecto de irrigación y sin hacer un cuidadoso estudio y clasificación de sus tierras, ahora México, deseando aprovechar la experiencia de su vecino del Norte, ha estado examinando sus proyectos cuidadosamente y los ha clasificado antes de aprobar su construcción para eliminar desde el principio las tierras que no tienen valor. La ejecución de este trabajo preliminar economizará a la República algunos millones de pesos que pudiera costarle un fracaso.

BASES PARA LA CLASIFICACION DE LAS TIERRAS

Al clasificar los suelos en "series" y "tipos", las divisiones están basadas casi enteramente en las diferencias de los suelos mismos. Por consiguiente, se deja de indicar un número de factores, los cuales tienen una relación directa con la adaptabilidad de los suelos a la irrigación. Al hacer una clasificación de tierras no reconocemos solamente las diferencias inherentes al suelo, sino que reconocemos también los otros factores e intentamos anotar la influencia relativa que cada uno de ellos tendría cuando las tierras estuvieran irrigadas.

Los factores primarios que consideramos de una manera específica son: 1o., el carácter del suelo; 2o., la topografía; 3o., el drenaje; y 4o., la presencia o ausencia de álcali.

Al carácter del suelo se le da la consideración preferente y nunca será bastante la importancia que a esto se le dé. Nuestro trabajo de clasificación como lo estamos llevando a cabo en México, está basado principalmente en las diferencias fundamentales del perfil del suelo. Tengo entendido que durante los últimos 25 años no se ha hecho en los Estados Unidos ningún levantamiento agrológico detallado, en el que el estudio de los perfiles del suelo y su clasificación sea tan perfecto como en los proyectos de irrigación de México. Esto ha sido posible gracias a la situación económica de México y a la abundancia de mano de obra barata. En los Estados Unidos, desde la mano de obra es cara y escasa, no se hubieran podido hacer miles de agujeros de dos o más metros de profundidad para examinar los subsuelos en un sólo proyecto aquí, esto ha sido posible. En lugar de depender principalmente de los agujeros y los datos que muestra la barrena, para nuestra ilustración, hemos podido examinar detenidamente las paredes de miles de excavaciones, que se extienden en muchos casos más abajo de la profundidad normal a que se encuentran las raíces. Tales observaciones son de un valor inestimable cuando se trata de juzgar el comportamiento de los subsuelos y los substratos en presencia del agua, si los suelos fueran regados. Complementando la información obtenida de las excavaciones se han hecho muchos barrenos. Este último sistema tiene la ventaja de ser rápido y poco costoso. Da una buena idea de la textura y también de la porosidad, puesto que los suelos pesados, son generalmente, duros de perforar, mientras que los suelos porosos sólo ofrecen una pequeña resistencia a la barrena. De la misma manera, la consistencia del suelo puede generalmente juzgarse de una manera bastante exacta por el uso de la barrena, puesto que los terrenos sueltos o blandos, se barrenan de un modo muy diferente de los

otros que tienen una consistencia dura, compacta, impermeable, plástica o caseosa.

Sin embargo, para determinar la estructura, no es satisfactorio el uso de barrena, puesto que su acción destruye el arreglo de los granos individuales del suelo y los agregados que forman dicha estructura.

Tampoco es recomendable la barrena para juzgar el carácter de los saxeum o de los subsuelos conteniendo material pedregoso. En el primer caso, el saxeum puede presentarse denso e impermeable sobre áreas considerables, provocando así dificultades de drenaje y de otra especie sobre la tierra cuando estuviere regada. Por otra parte, puede estar tan roto y agrietado que no deben temerse ningunas dificultades de drenaje. En el caso de los subsuelos pedregosos, la barrena sólo arroja una pequeña luz acerca del tamaño y del arreglo o la proporción en la cual las piedras se encuentran con el resto de la masa. No es difícil comprender que el agujero de una barrena puede ser detenido de la misma manera por un guijarro que por un ciento o por un peñasco de un tamaño muchas veces mayor. Seguramente no es siempre posible decir con certeza dónde la barrena es detenida por una piedra o por el saxeum. Se necesita una larga experiencia para poder distinguir por medio de la barrena, pero en manos ésta de un experto, se cometen errores con frecuencia. Al levantar el plano del terreno hasta el cual va a hacerse llegar el riego, un error de esta naturaleza puede significar para el irrigador la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Sin tomar en cuenta la cantidad de barrenos que pueda uno hacer en una área determinada de suelo, puede decirse que no es posible hacer un estudio tan perfecto como cuando se tiene la fortuna de examinarlo en el fondo y en las paredes de las excavaciones profundas. Si el uso de estos agujeros ha tenido como consecuencia la eliminación, en un proyecto, de áreas considerables de tierra de mala calidad, el valor de los agujeros para la República es miles de veces mayor que su costo intrínseco, puesto que la irrigación de suelos que no son adaptables

al riego significa no sólo una pérdida financiera que interesa a todos los ciudadanos, sino la pérdida lastimosa de energía gastada durante años por parte de los agricultores y de sus familias. El primer paso en un estudio comprensivo de las tierras de cualquier región es el levantamiento de una carta agrológica detallada.

Esto fué hecho en los Proyectos de Guatimapé, La Saucedá, y el de Aguascalientes, después de lo cual los terrenos fueron agrupados y levantados conforme a su relativa adaptabilidad para la irrigación. Una comparación de la carta de "tipos" y "series" y el de clasificación muestra la diferencia que hay entre las dos clases de estudios. Se nota que la clasificación en "tipos" y "series" aparece muy complicada, mientras que los planos de clasificación muestran unas cuantas divisiones, y es, por lo tanto, mucho más simple y más fácil de comprender. Se nota también que los tipos de mejores tierras están agrupados y mostrados en el plano de clasificación como tierras de primera clase, mientras que por otra parte las tierras pedregosas, arcillas duras, sin drenaje, pobremente aerados, tierras compactas, están agrupadas dentro de la clase más baja y mostradas como malas para la irrigación. Si bien es cierto que el conocimiento individual de los "tipos" es indispensable para construir un plano exacto de clasificación, este conocimiento no es absolutamente esencial para que este plano se pueda comprender. Por supuesto que sería útil, pero no de una necesidad absoluta.

Aunque lógicamente el primer paso para hacer una clasificación racional es la formación de una carta de "tipos" y "series", la necesidad de información en algunos de los otros proyectos fué tan urgente que se juzgó mejor hacer una clasificación preliminar de las tierras, mostrando su relativa adaptabilidad para la irrigación antes de hacer el plano de la clasificación. Esto se necesitó especialmente, en el Proyecto de Don Martín, puesto, que era necesario determinar tan pronto como fuera posible, donde estaban las tierras

que mejor se adaptaban, para incorporarlas en el Proyecto y así no se dilatara el trabajo de ingeniería para el trazo y construcción de los canales principales y otras obras de irrigación. En ambos Proyectos de Don Martín y el de Santa María, este trabajo se llevó a cabo por medio de un estudio cuidadoso y detallado de los suelos en todas sus partes. Aunque los límites de los tipos no aparecían en los planos, cada uno de los tipos dentro de los Proyectos fué reconocido y estudiado y se le dió una consideración cuidadosa a su valor probable y a la influencia de las condiciones agrícolas. A pesar de que no se intentaba hacer un plano de "tipos" de suelos, como tal, no por eso dejaron de tenerse en consideración los tipos individuales para hacerlos servir como uno de los principales factores en la clasificación. En este caso, no es necesario ni es deseable confundir el plano de clasificación preliminar con la limitación de las extensiones de las diferentes clases de suelos. Durante el curso de trabajo de campo se anotaron descripciones cuidadosas de las varias series de suelos y estos se incluyeron en el informe preliminar. Además se mencionan, pero no se describen largamente los distintos tipos de suelos. Para llenar los propósitos de un reconocimiento preliminar, no se necesita entrar en más detalles.

Al examinar el suelo con el propósito de hacer un plano de clasificación, los puntos principales que deben tomarse en consideración, son: (a) la textura o sea el tamaño relativo de los granos individuales del suelo; si es ligera, como arenas, o arenas gravosas; si es de textura media, como migajones arenosos o francas; o si de textura pesada, como migajones arcillosos o arcillas; si el subsuelo es o no de textura favorable, o contiene gravas o piedras; (b) La profundidad, si el suelo superficial tiene una profundidad suficiente o la tendrá después de ser nivelado para ser arado sin tropezar con piedras u otro material inconveniente; (c) La estructura, o sea el arreglo de los granos del suelo y de los agregados en el perfil; según esto, se considera principalmente si los suelos son granulares, terronosos, de adobe o de carácter fangoso; (d) consistencia, o sea si los suelos

son sueltos, blandos o desmoronables, o son firmes, compactos o duros; si son plásticos, adhesivos o tenaces, apretados o impermeables; si existen lechos duros, tales como caliche o saxeum en los subsuelos y, si acaso existen, el efecto probable que ellos puedan ejercer sobre las raíces o la penetración del agua. Estos factores se estudian de manera de determinar la productividad probable de los suelos, la facilidad o dificultad que se puede esperar al trabajarlos y la manera como responderían a la irrigación.

Para asegurar la información de este último punto, los estudios del campo generalmente se expresan en términos relativos de penetración de agua. Esta no se hace solamente en el suelo, sino también en los materiales sobre los cuales descansa. Los resultados muestran frecuentemente la influencia de los materiales pesados e impermeables, por un lado, o el efecto de los materiales excesivamente porosos por el otro.

Al hacer el plano de la topografía se expresa si ésta es favorable o desfavorable para la irrigación y si, acaso es desfavorable, el costo relativo de su corrección. Puesto que a diferentes grados de declive corresponden diferentes valores para irrigación, a las tierras con diferentes inclinaciones se dan clasificaciones diferentes. Puesto que el carácter de la superficie ya sea regular, irregular o uniforme, afectará la irrigabilidad de una parcela, hemos encontrado posible, al clasificar las tierras para el Bureau of Reclamation, estandarizar nuestra clasificación por la topografía. Donde sea menor de 6% y uniforme, no se considera como determinante para la irrigación. Tales áreas, entonces, si los otros factores son favorables, se clasifican como de clase (1). Las áreas que tienen declives uniformes entre 6 y 12% se colocan en la clase (2) por su topografía, puesto que la experiencia demuestra que el regador tiene mayores dificultades al distribuir su agua en estas tierras que en aquellas de menor inclinación. Las que tienen declives entre 12 y 20% requerirán todavía una irrigación más cuidadosa aunque hay muchas áreas con estos declives regadas ahora. Las dificultades para abastecer de agua estos lu-

gares, son tales, que deben dárseles un carácter dudoso y son colocadas en la clase (3). Los declives de más de 20% son considerados excesivos y generalmente se recomienda eliminar tales áreas de un proyecto por causa de su topografía. Aunque estos límites son arbitrarios, es mejor usarlos que no usar ninguno y han demostrado su utilidad al haberse aplicado a proyectos de irrigación que han trabajado durante mucho tiempo.

Al referirse al drenaje en el levantamiento de planos, no sólo deben tomarse en consideración las condiciones presentes, sino también las que probablemente concurrirán cuando se aplique la irrigación. Muchas áreas tienen amplias facilidades para su drenaje mientras se cultiven de temporal; pero éstas mismas áreas al regarse, tendrían unos desfuegos inadecuados. Este es el caso especial en los valles angostos, particularmente cerca de las faldas de las montañas. Si se riegan áreas de consideración arriba de tales extensiones, habrá siempre mayor o menor infiltración, o corrientes de retorno que provengan de tales lugares altos y puede suceder que el valle en cuestión no tenga la suficiente salida para esa cantidad de agua. Pongamos por caso que el valle se angosta a la entrada de un cañón; la parte más baja, entonces, se asemeja al cuello de una botella por el cual debe pasar toda el agua que ésta contiene. Si la botella, o sea la parte superior del valle, tiene un tamaño considerable, puede en cierto tiempo recolectar una cantidad grande de agua de infiltración, la cual debe, o ser eliminada, o permanecer sobre la tierra hasta empantanarla. El primer daño se presentaría en la parte más baja, o precisamente en la parte angosta. La primera manifestación será la elevación del nivel del agua freática, la cual alcanzará pronto la superficie, inundando las áreas bajas. A menos que el valle sea provisto inmediatamente de desfuegos adicionales, el área empantanada irá caminando progresivamente hacia la parte superior del valle, hasta llegar a tal punto que se vea obligada a formar acumulaciones adicionales en las partes angostas. Desde aquí, el tamaño del área empantanada permanece más o menos constante y se forma una

corriente a través del cañón más bajo. El efecto puede ser tal que reduzca el valor del valle completo hasta volverlo tierra de pascoteo, o puede destruir completamente su valor para usos agrícolas.

Aunque al tiempo de levantar el plano, el valle pueda ocupar una posición especialmente ventajosa de drenaje para las necesidades de la agricultura de temporal, el clasificador debe ser capaz de mirar más adelante y prever las condiciones que probablemente existirán después de que la tierra sea regada. Debe ser capaz de estimar la seriedad de las dificultades que probablemente aparecerán y si es posible prevenirlas. Si es factible, el costo relativo de las construcciones de drenaje, comparados con el valor de la tierra ya regada. Si le parece que las obras de drenaje serán de costo relativamente pequeño, la tierra deberá marcarse como de clase (2) por causa de su drenaje. Si el costo parece ser tal que hace dudosa su factibilidad, esto significa que el área debe ser clasificada como (3) o de clase dudosa. Si el costo del drenaje es prohibitivo, el área se clasifica como (4) lo cual significa que su irrigación no es recomendable. El levantamiento del plano del álcali debe hacerse aproximadamente con el mismo criterio que el levantamiento de drenaje. No debe éste tomarse en consideración solamente en sus condiciones presentes sino que debe intentarse prever el futuro daño que pueda ejercer. Esto no es siempre una cosa fácil de hacerse. Sin embargo, las condiciones son frecuentemente tales, que en grandes áreas las tendencias futuras del desarrollo del álcali, una vez llevada a cabo la irrigación, pueden ser predichas con mucha exactitud. El problema está siempre íntimamente ligado con el de drenaje, porque donde existe el álcali, la elevación del nivel del agua freática, que puede ser generalmente prevista, trae consigo la elevación del álcali, así como el aumento de las acumulaciones cerca de la superficie. Puesto que el daño que el álcali ejerce depende de un número de factores determinado, todos estos factores deben ser tomados en consideración. Entre los más importantes están la calidad, cantidad y distri-

bución de las sales; la calidad de los suelos en los cuales se presente, las condiciones de drenaje que afectan la cantidad de agua en la cual las sales tendrán que disolverse y de allí la concentración de la solución del suelo y hasta cierto punto la clase de las cosechas.

Para tratar de una manera completa cada uno de estos puntos, sería necesario escribir tantos libros, como puntos hay; sin embargo, es suficiente decir que el problema que tiene ante sí el hombre que intenta levantar el plano del álcali, no es de ninguna manera tan sencillo como puede parecer. Los resultados serán siempre inexactos. Sin tomar esto en cuenta, se ha hecho una clasificación cuidadosa para mostrar la cantidad, calidad y distribución del álcali a través de los perfiles del suelo, la cual tiene un gran valor mientras no exista otra más completa. Para levantar el plano de la calidad se han hecho dos distinciones: carbonato de sodio o álcali negro, que se indica con la letra "c" y los llamados álcali blancos se muestran en el mapa sin designación. Donde se tienen la reacción del carbonato de sodio, se considera suficiente que haya muy pequeños por cientos para eliminar áreas. Esto se debe al efecto destructivo que esta sal tiene sobre el crecimiento de las plantas y la gran dificultad que se experimenta para eliminarla del suelo. De una manera general, se puede decir, que toda aquella área que contenga hasta las más pequeñas cantidades de álcali negro, debe ser inmediatamente excluida del proyecto de irrigación.

En el caso de los álcalis blancos, pueden permitirse grandes porcentajes. Cuando las sales están uniformemente distribuidas, los suelos que contienen menos de 0.2% se consideran libres de álcali para el desarrollo de los cultivos ordinarios. Tales áreas debemos clasificarlas como clase (1) en lo relativo al álcali. Las áreas clasificadas como clase (2) a causa del álcali, contienen un porcentaje mayor de sales solubles, aunque no lo bastante para hacerlas de un valor dudoso para la irrigación. Generalmente en nuestro trabajo en México, en esta clase (2), consideramos los suelos que contienen de 0.2 a 0.3% y algunas veces se permiten más altas concentraciones cuando se trata de mayores

profundidades donde las condiciones de drenaje parecen satisfactorias. Puesto que comúnmente no es factible construir un proyecto de irrigación, sobre tierras que tienen que ser recuperadas del álcali, las tierras que contienen cantidades mayores que las arriba indicadas, pero menos de 0.5 a 0.6% de sales solubles, son clasificados como de clase dudosa o clase (3). Las tierras que contienen más de estos porcentajes generalmente se eliminan.

Como se indicó antes, al clasificar un proyecto, los suelos se agrupan en 4 clases, que se basan en su relativa adaptabilidad para la irrigación. Las áreas de las 3 primeras clases se consideran adaptables al riego; las de la clase (4), no. En el plano las clases se enumeran y se muestran en colores. Además el factor o factores que determinan la clase son indicados por iniciales así: $\frac{2}{SD}$ lo cual significa que el área es de segunda clase debido a su suelo pobre y su mal drenaje. Además, puesto que las letras "T" y "A" no aparecen en el plano, el lector puede inferir que la topografía es favorable a la irrigación y que el suelo no es y parece que no será afectado por el álcali. Las áreas de la clase (3) se indican también por el número (3) sobre las iniciales que determinan la clase. Así $\frac{3}{5}$ indica que el suelo por sí solo es lo suficientemente malo para hacer el área de un valor dudoso para la irrigación. $\frac{3}{ST}$ significa que ambos, el suelo y la topografía son desfavorables para la irrigación y así $\frac{3}{STO}$ nos quiere decir que también el mal drenaje es un factor de la calidad. En el caso de que alguno de los factores, por sí solo fuera suficiente para colocar el área en la clase tercera, la inicial de ese factor debe subrayarse. Todas aquellas iniciales no subrayadas, si se consideran por sí solas, harán el terreno de segunda clase. Así el símbolo $\frac{3}{SDA}$ proporciona la siguiente información: lo. que el área es de tercera clase, debido a su suelo pobre, mal drenaje y presencia de álcali; además, puesto que la "T" no está presente y la "A" está subrayada, podemos inferir que la topografía es de primera clase, el suelo y el drenaje de segunda clase y el

álcali lo hace de tercera clase siendo el factor principal para determinar el valor del área. Cuando aparezca en el plano la siguiente combinación $\frac{3}{STD}$ quiere decir que ninguno de los factores mencionados considerado independientemente, son más malos que de segunda clase, pero la combinación de los tres factores desfavorables tienen la suficiente influencia para colocar a la tierra dentro de la clase tres.

Las áreas de la clase (4) se indican en el plano de una manera semejante por el color designado, el número (4) y las iniciales de los factores, subrayándose aquellas que se consideren más abajo que la clase dos.

Algunas veces un factor es suficiente para eliminar una área, algunas veces otro, algunas el suelo es tan desfavorable que no se necesita ponerle mayor atención, otras veces la topografía es tan mala, que deja fuera de duda la utilidad del área para la irrigación, otras veces el álcali puede estar presente en tales cantidades, que aunque la topografía sea excelente, el suelo de buena textura, estructura y profundidad, no puede uno pensar en que su recuperación sea costeable. Los factores más malos que concurren en contra del terreno son causa de los efectos más serios. Un pedazo de tierra con topografía escabrosa puede algunas veces nivelarse y esto es costeable si el suelo es bueno, el drenaje favorable y no hay álcali presente. Por otra parte, si el suelo no es bueno, debemos investigar muy de cerca los otros factores, pues no tiene objeto gastar cualquier cantidad nivelando, drenando y lavando el álcali de un suelo pobre, puesto que nunca se podrá hacer en esa tierra un rancho de primera calidad. Si una área determinada sólo tiene un suelo mediocre y una topografía que requerirá nivelación, puede ser todavía costeable su bonificación; sin embargo, si esta misma área requiere drenaje, los tres factores combinados hacen su bonificación tan in-costeable que debe ser mejor eliminarlo. De una manera general puede decirse que cuando los cuatro factores concurren para hacer un terreno malo, no puede tomarse en serio ninguna idea acerca de él y ningún éxito puede garantizarse.

Definiciones de clases.

Las tierras de la clase (1) son siempre las mejores del proyecto. Tienen suelos buenos y profundos, relativamente libres de piedras y grava, calci-saxeum, y otro lecho denso que pueda oponerse al desarrollo de las raíces o a la penetración del agua. Nunca son demasiado porosos o filtrantes y reúnen una textura y estructura favorable al cultivo. Tienen buena topografía, buen drenaje y el álcali no solamente no es una dificultad en el tiempo presente, sino que no lo será cuando el terreno esté regado. Los suelos tienen un ancho margen de adaptabilidad a los cultivos y pueden adaptarse a cualquier sistema propio de la región. Cuando tengan suficiente agua y sean trabajados por métodos de cultivo y de riego aceptados como buenos, esos terrenos darán una producción y un rendimiento máximo.

Las tierras de segunda clase son naturalmente inferiores a las de la clase (1) en uno o más de los cuatro aspectos arriba enumerados. Son, sin embargo, de buen valor para la irrigación. En algunos casos, se encontrará que las tierras de la clase (2) son casi, si no completamente, tan productivas como las de la clase (1), consistiendo su diferencia principal, en la dificultad material para su cultivo, en que requieren más agua, más drenaje o contiene un pequeño por ciento de álcali, el cual requerirá un lavado cuando las tierras estén regadas. En todos estos casos se supone que ninguno de los factores es demasiado desfavorable y que puede ser corregido con un gasto relativamente pequeño.

Las áreas de tercera clase incluyen las tierras de carácter dudoso. Como regla general, concurren tres factores desfavorables. Aunque la tierra se considera regable, es de baja calidad y generalmente se recomienda la inclusión de tales áreas en el proyecto, si se necesita completar la extensión requerida o si por alguna circunstancia no pueden eliminarse fácilmente.

La clase (4) comprende las áreas cuya inadaptabilidad para el riego está fuera de toda posibilidad. Pueden estar comprendidas las

elevaciones, las áreas de suelo pobre, las mal drenadas, o las fuertemente impregnadas de álcali. Cualquiera de estos factores o la combinación de los presentes, puede servir para eliminar una área.

La exposición que hemos hecho, está basada en cuatro clases, tres de las cuales se consideran agrícolas. En algunas áreas donde se encuentran montañas aisladas, éstas se consideran como de quinta clase, puesto que son todavía de menor valor que la mayoría de las áreas de la cuarta clase. En algunos proyectos solamente se dividen las áreas en tres clases. En tales casos la tercera clase se considera no-irrigable y la segunda clase como de un carácter dudoso. Generalmente parece mejor hacer la división en cuatro clases.

Clasificación de las tierras de acuerdo con su localización.

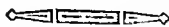
Como regla general es mejor al clasificar las tierras no tomar en cuenta su localización, sino solamente y de una manera muy estricta los cuatro factores arriba indicados haciendo el levantamiento del plano de una tierra cercana al ferrocarril o a la ciudad, lo mismo que si pusiéramos esta tierra tan lejos como fuera posible. De esta manera la solidez de conceptos del plano tiene una mayor consistencia y las clases tendrán un significado mucho más definido. Después, cuando el proyecto esté completo y si parece deseable, se recomendará la inclusión de las tierras de más baja clase, pero que tienen ventajas especiales en su favor, las cuales pueden justificar su inclusión en el proyecto y

que son: proximidad a las ciudades, mercados o facilidades de transporte, cercanía con la fuente de abastecimiento de agua, lo que hace barato su desarrollo y las operaciones subsecuentes de mantenimiento; su posición con respecto a las tierras mejores. Pero como línea de conducta no debe recomendarse la irrigación de una gran cantidad de tierra pobre. Esto es costoso y la experiencia en materia de irrigación no lo aconseja.

El esquema de clasificación, como se ha presentado arriba, se aplica particularmente a las tierras cuya irrigación se intenta. Con ciertas modificaciones, una simple clasificación de tierras o agrupamiento de las tierras dentro de las áreas sin riego, puede también ser factible; esto, indudablemente, sería también útil para los que invierten su dinero en esas tierras, banqueros, compañías de seguros, etc., así como otras muchas agencias. Esto, naturalmente debe basarse principalmente en las características del suelo y el trabajo de clasificación debe seguirse siempre de acuerdo con los principios de todo levantamiento agrológico.

La tarea de adaptar nuestros informes de levantamientos agrológicos y nuestros planos al uso popular, apenas empieza. El arte de clasificar las tierras de acuerdo con su adaptabilidad para la irrigación, está en su primera infancia. Hay, indudablemente, mucho campo para mejorarlo. Sin embargo, creo que podremos apreciar este valioso esfuerzo muy pronto y aumentar detalles al trabajo que hagamos, siguiendo el procedimiento que he delineado.

Meoqui, Chih., Julio de 1928.



LEVANTAMIENTO DE LAS TIERRAS ALCALINAS

por Agr. A. E. Kocher,

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

Durante el proceso de formación de los suelos por medio de la desintegración y descomposición de las rocas, se forma una gran variedad de sales minerales y compuestos químicos, los cuales bajo determinadas condiciones permanecen en el suelo.

Estos compuestos varían grandemente en composición y carácter, siendo algunos de ellos esenciales para el crecimiento de las plantas, al paso que otros son decididamente nocivos; algunos son muy fácilmente solubles en agua, otros prácticamente insolubles.

Bajo las condiciones normales de precipitación pluvial, los materiales más solubles son arrastrados, y si las lluvias son excesivas, el resultado es la predominancia de suelos deslavados, pobres en calcáreo y otros elementos constitutivos. En los climas áridos, sin embargo, tal como sucede en la mayor parte de México en donde se han emprendido trabajos agrológicos, los compuestos de referencia no son disueltos, y en caso de serlo, son rápidamente recristalizados de la solución en que estaban, debido a lo cual no pueden ser eliminados por medio del proceso normal de drenaje, sin que permanezca en diferentes formas en el suelo.

Desde el punto de vista químico, el álcali es una substancia neutralizable por los ácidos, pero desde el punto de vista agrícola, el término álcali se usa para designar las sales minerales comunes y corrientes, sin tener en cuenta su reacción, y solamente cuando se encuentran en cantidades suficientes para ser nocivas a las plantas.

Entre los álcalis que se encuentran en el suelo, existen el cloruro de sodio (sal común) el sulfato de sodio, el bicarbonato de sodio y el sulfato de magnesio. Todos estos son conocidos con el nombre de álcali blanco

y ninguno de ellos es químicamente alcalino, así como tampoco ejercen marcada acción corrosiva sobre los tejidos de las plantas. A más de las sales ya mencionadas, se encuentran también el carbonato de calcio y el sulfato de calcio en los suelos de las regiones áridas. Normalmente las dos últimas sales no son perjudiciales a las plantas, sino al contrario, en determinados casos son altamente benéficas. El cloruro de calcio que se encuentra en algunos suelos, se conoce con el nombre de "álcali pardo", debido a que por sus propiedades altamente delicuentes, mantiene el suelo constantemente húmedo y por esta razón se le confunde también con el álcali negro, del cual se distingue por su acción y propiedades destructivas. El álcali negro o carbonato de sodio, es un verdadero álcali y su nombre se deriva de su acción corrosiva sobre los tejidos de las plantas en presencia de la humedad, por sus manchas pardas o negruzcas en la superficie del suelo. Este es el más peligroso de todos los álcalis y es el más difícil de eliminar. El cloruro de calcio no es tan perjudicial como el álcali negro, y esto puede demostrarse fácilmente por el hecho de que se puede obtener buenas cosechas en terrenos en donde existe aquella substancia.

Desde el momento en que el poder destructivo del álcali, depende entre otras cosas de la naturaleza de él, es muy importante determinar desde un principio su carácter. Generalmente en nuestro trabajo de campo nosotros nos concretamos a averiguar si los álcalis existentes en el suelo, son blancos o negros, y afortunadamente hay un indicador muy fácil que puede decir, con un pequeño costo y casi ningún trabajo, la naturaleza de la sal existente en el suelo. El procedimiento es el siguiente: una pequeña canti-

dad del suelo que se va a probar, se mezcla íntimamente con agua destilada y se deja reposar por algunos momentos para permitir que las sales se pongan en solución, después de lo cual se agregan una o dos gotas de fenolftaleína. Si aparece un color rosa, esto nos indicará la presencia del carbonato de sodio, y la intensidad de este color, puede ser un indicio para saber la cantidad de carbonatos presentes. En el laboratorio se determina la cantidad de carbonato presente y valiéndose de la cantidad de ácido sulfúrico normal necesaria para hacer desaparecer el color rosa.

En el campo, sin embargo, nos interesa saber, primero, si la sal es blanca o negra. Si existe el álcali negro, su efecto sobre la vegetación se deja sentir más que cuando hay álcali blanco, por lo que al hacer el levantamiento, es importante determinar primero la naturaleza del álcali y anotar su existencia en el perfil del suelo. Deben tomarse también en consideración las plantas que se cultivan, la humedad del suelo, o sea en otras palabras, la riqueza de la solución, y a todos estos factores hay que tenerlos en consideración al hacer el levantamiento. El no tomar en cuenta cualquiera de éstos, daría por resultado nulificar el valor de la más cuidadosa investigación que se hubiera hecho de los otros factores.

Entre los álcalis blancos, el cloruro de sodio es el que generalmente se considera como el más perjudicial y probablemente es uno de los que se encuentran con más frecuencia; los sulfatos son menos perjudiciales, mientras que los bicarbonatos casi no tienen efectos nocivos. Sin embargo, estos últimos pueden dentro de determinadas condiciones transformarse fácilmente en carbonatos neutros o sea álcali negro, que como hemos dicho es el que produce los efectos más perjudiciales.

La cantidad de álcali que las plantas de cultivo pueden resistir, depende de tantos factores, que es muy difícil pretender poner un límite preciso. Determinado por ciento puede ser nocivo en la capa inferior del perfil, pero el mismo por ciento, en los subsuelos

inferiores, puede no afectar determinados cultivos. Para que el álcali sea perjudicial debe de encontrarse dentro de la zona en la cual tomen las plantas sus alimentos, y de aquí la importancia del estudio de la distribución a lo largo del perfil, como una base para la clasificación y levantamiento, especialmente investigando si las sales se encuentran en la superficie o en los sub-suelos. Sucede a menudo que suelos que tienen menos del 0.2% de álcali blanco calculado de un promedio de un perfil de dos metros, tiene que ser abandonado en la práctica, debido a que las sales están concentradas en la superficie, mientras que se observa a veces que se pueden levantar buenas cosechas en suelos en donde el promedio total sube hasta 1%, pero las sales se encontraron a profundidades tales, que no tienen influencia en la zona de alimentación de la planta. Ordinariamente, sin embargo, es necesario excluir estos suelos en los proyectos de irrigación, pues existe siempre el peligro de que al elevarse el nivel de las aguas freáticas, lleve consigo el álcali a las zonas superiores de donde las plantas se alimentan.

De entre las plantas de cultivo consideradas como las más resistentes al álcali, deben mencionarse los pastos, arroz, remolacha, y en general plantas forrajeras, sin embargo, la calidad del producto resultante, se modifica de una manera tan sensible, que prácticamente hace incosteable la explotación de muchas de las plantas antes mencionadas; por ejemplo, la remolacha baja tanto en contenido de azúcar que tiene que usarse forzosamente como forraje. El algodón produce una fibra demasiado burda, aun cuando los rendimientos son muy aceptables. La mayor parte de las leguminosas son muy sensibles al álcali, pudiendo hacerse una excepción con la alfalfa que frecuentemente da muy buenos rendimientos, cuando se toman las precauciones necesarias para arrastrar el álcali a las profundidades del sub-suelo, por medio de riegos abundantes, dando así a las plantas jóvenes, una oportunidad para que se desarrollen. La mayor parte de los investigadores están de acuerdo en que el límite máximo de resistencia de la alfalfa es de

0.3 a 0.4%. Se pueden sembrar también cereales en tierras fuertemente alcalinas y utilizarlas como forraje verde. Se ha podido comprobar que el trigo puede crecer satisfactoriamente en suelos que contienen de 0.4 a 0.6% de álcali, mientras que el rendimiento en grano se afecta generalmente con un 0.3 a 0.4%. La cebada es una de las gramíneas más resistentes al álcali y por experimentos hechos se ha venido al convencimiento de que puede desarrollarse perfectamente en suelos que contienen del 0.2 al 0.4 de álcali blanco, y que en ciertas ocasiones puede dar buenas cosechas en suelos que contienen hasta 0.6%. Tratándose del álcali negro, bastan muy pequeñas cantidades de éste, para afectar el rendimiento de las cosechas, por lo que diré lo mismo que dijo ayer el Prof. Sha: "En donde existe álcali negro, lo mejor es eliminar esa tierra del proyecto." Por supuesto que hay que hacer excepciones en el caso de que estas tierras salitrosas se encuentren en las cercanías de poblaciones en donde el valor de la tierra es muy alto.

La concentración de la solución de suelo es de gran importancia, por consiguiente, al hacer el levantamiento hay que tener siempre presente que esta concentración varía con el contenido de humedad de los suelos, así como la capacidad de retención de humedad varía con la textura.

Los suelos ligeros que tienen una capacidad de humedad más reducida que los arcillosos, se afectan más seriamente con iguales porcentajes de álcali, por lo que hay que tener esto en consideración al hacer el levantamiento.

Al llegar al lugar en donde se sabe que existe el álcali, el primer problema con que tiene que enfrentarse el agrólogo, es saber hasta qué grado de exactitud debe de emplear en el levantamiento; es evidente que esto no lo puede saber inmediatamente que llegue, sino después de haber empleado un tiempo más o menos largo para darse cuenta de la magnitud del problema; en caso de que el álcali se encuentre localizado en pequeñas áreas del suelo, basta indicarlo así en el informe o también indicar estas zonas

en el levantamiento con un signo especial, diferenciando en esta forma, las tierras alcalinas y las tierras no alcalinas.

En caso de que el problema sea de más importancia, será preferible hacer más de dos diferenciaciones, en cuyo caso, lo mejor será hacer un levantamiento de alcalinidad por separado. En este levantamiento se pueden hacer 3 ó 4 divisiones, dependiendo de las condiciones locales. Es muy probable que el agrólogo pueda darse una rápida idea de si será necesario hacer este levantamiento por separado, pero es muy difícil que en el mismo período de tiempo, pueda darse cuenta de si necesitarán hacerse 3 ó 4 separaciones en el levantamiento de alcalinidad y, en realidad, el agrólogo no debe tener nunca mucha prisa para resolver este asunto. Mientras más tiempo espere documentándose, tendrá mejor información y mayores datos para llegar a una conclusión acertada.

El problema del álcali no debe preocupar al Agrólogo durante el principio de su trabajo. Sólo se requiere el examen de cientos y aun miles de muestras y anotar pacientemente los porcentajes de sales en el plano. La agrupación en diferentes zonas puede y debe hacerse cuando el trabajo de detalle esté adelantado. Si se hace esto, generalmente sucede que la idea con que se empezó el estudio del álcali, se ha modificado al final del trabajo.

Aun cuando todos ustedes deben estar familiarizados con la manera de examinar las tierras alcalinas, no está fuera de lugar hacer un examen de los métodos que se usan para determinadas zonas de los Estados Unidos. Las determinaciones de álcali se hacen en perforaciones hasta 2 mts. de profundidad, y el contenido de álcali, basado en el tanto por ciento de sales totales en el suelo, secado al aire, determinándose separadamente para cada 30 cms. por medio del puente eléctrico. Se calcula después el promedio total para los 2 mts. En el plano se anota el promedio total de sales para el perfil de 2 mts. y también la concentración de sales para los primeros 30 cms. La cantidad de álcali existente aparece en el plano en forma

de un quebrado, cuyo numerador expresa el tanto por ciento de los primeros 30 cms., y el denominador el promedio de los 2 mts. Cuando se trata de carbonato de sodio, en los primeros 30 cms. se antepone la letra C.

La diferenciación de los distintos grados de alcalinidad tal como se indica en el plano, no está basada en el tanto por ciento de sales tal como se determina, sino parcialmente por el aspecto de la superficie y la condición general de las plantas; cuando se trata de zonas no cultivadas, se aprovecha el aspecto del terreno y la vegetación natural.

Cuando el álcali se divide en cuatro diferentes clases, el plano las indica en la siguiente forma: tierras libres de álcali, ligeramente afectadas, medianamente afectadas y fuertemente afectadas. La primera clase incluye todas aquellas zonas cuyo contenido total de sales es menor de 0.2%, y está distribuido en tal forma, que no es perjudicial para las plantas. La segunda clase incluye todas aquellas zonas que tienen un contenido de sales de menos de 0.6% distribuidas de tal manera, que su efecto sobre las plantas de cultivo, es muy ligero y casi imperceptible. La tercera clase comprende aquellas zonas cuyo contenido de sales es menor de 2%, pero distribuida en tal forma que sus efectos son perfectamente visibles en las plantas de cultivo. La cuarta clase incluye las zonas que tienen más de 2% de sales o cantidades menores, pero distribuidas en tal forma, que impiden el cultivo económico de las plantas.

Bajo todos conceptos, las zonas de la primera clase deben ser siempre consideradas como libres de álcali y, mientras las condiciones de drenaje sean satisfactorias, no habrá que temer en el futuro la influencia de las sales. A esta clase de tierras cuando la topografía y el suelo son favorables, se les considera como de primera clase para el trabajo de clasificación de suelos.

En las zonas comprendidas en la segunda clase, nunca hay una indicación de acumulación de álcali en la superficie, ni las plantas de cultivo denotan su existencia, pero

desde el momento en que las determinaciones nos indican la presencia de más de 0.2% de sales, esta tierra no puede ser considerada como libre de álcali, y en ciertas zonas de California se acostumbra comprender dentro de estas zonas a las tierras que contienen hasta 0.6%. Estos límites no fueron puestos arbitrariamente, sino son el resultado de una serie de estudios en el campo y de comparaciones cuidadosas entre el contenido de sales y el desarrollo de las plantas. En la zona de Brawley, en donde se adoptó este sistema por primera vez, se recogen excelentes cosechas en tierras que contienen hasta 0.6% de sales. Sin embargo, en este caso la mayoría de ellas se encontraban confinadas en los sub-suelos, mientras los suelos estaban relativamente libres. Esta clase de suelos generalmente son tan buenos como los de la primera clase, y su futuro depende casi enteramente de sus condiciones de drenaje natural favorable o desfavorable. Si estas tierras se trabajan con poco cuidado, el resultado podrá ser la concentración de las mismas sales en la superficie, con resultados fatales para los cultivos.

De acuerdo con este sistema de levantamiento, las tierras de la tercera categoría se distinguen por los manchones que se notan en los cultivos, y la pequeñez del grano obtenido. Los rendimientos son menores que en las tierras de primera y segunda clase, y en esta categoría quedarán incluidas todas aquellas tierras cuyo promedio de sales hasta 2 mts., sea entre 0.6 y 2%.

En Brawley, Cal., se levantan algunas veces cosechas satisfactorias en suelos que contienen un total de sales hasta de 1%, pero en estos casos especiales la mayor concentración se encontraba a bajas profundidades, y la superficie se encontraba relativamente libre promediando el crecimiento adecuado de las plantas; sin embargo, en la clasificación de suelos u obras de irrigación de ésta Comisión, nunca clasificaremos tierras de esa clase sino como de tercera o sea la clase dudosa y la cual debe, generalmente, excluirse de cualquier proyecto de irrigación.

La cuarta clase incluye las tierras fuer-

temente afectadas, en las cuales no se pueden cultivar plantas ordinarias. Esta clase de suelos generalmente se clasifican atendiendo no tanto al contenido de sales en el perfil de 2 mts., sino a la concentración de éstas en la superficie o cerca de la superficie. Ordinariamente, sin embargo, estas tierras tienen un alto por ciento de sales que varía entre 2 y 3 y se las reconoce por las incrustaciones blancas que hay en la superficie, el material desmoronable o costoso que se encuentran en la superficie y pocos rendimientos o la presencia de plantas resistentes al álcali, generalmente presenta un aspecto desolado. Las indicaciones superficiales, sin embargo, no son lo suficientemente exactas, ya que se dan casos en que hay álcali hasta en la proporción de 3% sin que se manifieste en la superficie. Generalmente tales concentraciones sólo se encuentran en suelos muy compactos y pueden o no estar relacionados con aquellas condiciones de drenaje. Cuando estos por cientos tan altos se encuentran en suelos arenosos, se debe generalmente a la elevación del agua freática, especialmente en las zonas irrigadas. Al hacer la clasificación de suelos, esta tierra debe colocarse en la número 4 o sea, tierras que deben ser completamente eliminadas de un proyecto.

Este sistema, como he dicho, es el que se ha usado recientemente al hacer el levantamiento de tierras alcalinas en California. Como un sistema, no puede decirse que sea completo o enteramente satisfactorio, pero probablemente es lo mejor que se ha encontrado y especialmente cuando se trata de grandes áreas que estén en su mayoría cultivadas y en donde la diferente concentración y distribución de las sales se refleja más claramente por el crecimiento de las plantas. Es un sistema que requiere un considerable criterio por parte del agrólogo, y una de sus principales objeciones está en que indica principalmente las condiciones actuales y no las que existirán de aquí a 10 ó 20 años. La irrigación y la consiguiente elevación de la capa de agua freática, producirán con certeza en muy poco tiempo, cambios en la calidad de las tierras, lo mismo que la

instalación de un drenaje que hiciera bajar las aguas freáticas. Por otra parte, el hacer el levantamiento en las condiciones que podrán existir de aquí a 10 ó 20 años, tiene grandes dificultades, y lo mejor que se puede hacer a este respecto, es mostrar en el plano el contenido actual y distribución de las sales en el perfil. No hay duda, sin embargo, que el sistema en cuestión tiene un gran valor para poner de manifiesto las condiciones actuales, teniendo la ventaja de que al mostrar las condiciones de alcalinidad de los suelos, puede servir perfectamente para los planos de clasificación de tierras en México.

En nuestros proyectos no hemos considerado necesario construir planos de alcalinidad en el trabajo de clasificación de tierras, aun cuando al inspeccionar el plano del proyecto de Guatimapé, más bien parece un plano de alcalinidad; aquí, como en otros muchos proyectos, la concentración de álcali en los varios horizontes, se ha expresado en forma de un quebrado, cuyo numerador indica la concentración de los primeros veinte centímetros y cuyo denominador indica el por ciento en el segundo horizonte de veinte a cincuenta centímetros, y la cantidad colocada abajo de ese denominador y separada por una línea, el por ciento de sales en el horizonte de mayor concentración donde quiera que éste se encuentre. Las ventajas de este método es que no da a conocer el contenido de sales en el perfil ni en los varios horizontes, y aun cuando es cierto que se pudiera hacer, esto sería tan confuso tratándose de pequeñas superficies, que no habría manera de poner cinco o seis números en forma de quebrados en cada uno de los diferentes suelos.

Para la clasificación de tierras en México, hemos encontrado que lo más oportuno es seguir el método que se ha seguido hasta la fecha, de expresar en un quebrado la concentración de sales de la superficie del subsuelo y del horizonte más fuertemente afectado.

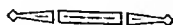
Las modificaciones que yo sugeriría al hacer un levantamiento de álcali, serían prin-

principalmente en el sentido de reducir los límites marcados en la escala para las diferentes clases de tierras alcalinas. Esto sería teniendo en cuenta que dada la gran cantidad de tierras incultivadas en México, es preferible ser más riguroso al desechar tierras que tienen álcali y en las cuales no se ha invertido todavía un sólo centavo para mejorarlas, que el considerar superficies que han sido mejoradas con gastos considerables, y que a la fecha están produciendo cosechas aceptables. Otra de las razones porque los límites son tan altos en las diferentes clases de tierras alcalinas en California, es que la mayor parte de las tierras con gran

cantidad de sales, tienen textura compacta y además en donde hay altas concentraciones, las sales están confinadas a las profundidades del subsuelo. Cuando se trata de calificar semejantes tierras en áreas incultivadas, especialmente tratándose para un proyecto de irrigación, éstas deben de desecharse, porque siempre habrá el peligro de que empeoren al hacerse la irrigación. Pudiera ser que sí, o pudiera ser que no, pero considerando el alto costo que saca un proyecto de irrigación es poco prudente tratar de incluir zonas dudosas en semejante proyecto.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. E. KOCHER.



LA CORRELACION DE LOS SUELOS

por Agr. A. E. Kocher.

del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de Irrigación.

Necesidad de la Correlación

Al hacer el levantamiento del plano de los suelos de un proyecto se observa que algunos de ellos tienen ciertos puntos de semejanza con otros. Los suelos pueden parecerse en color, estructura, consistencia y sucesión de horizontes. Pueden tener las mismas condiciones generales de relieve y drenaje y a veces un origen común o semejante: si esto sucede los agrupamos en series. En otras palabras, los suelos que se parecen entre sí por todos sus factores importantes con excepción de la textura, los agrupamos y los denominamos con un nombre común. Así tenemos las series Salinillas, la Serie Laredo, la Serie Guatimapé, etc. Dentro de las series tenemos tantos tipos como diferencias en texturas, pero siempre habrá una semejanza marcada de características en todos ellos.

Dentro de un sólo proyecto encontramos muchas clases de diferencias que nos inducen a combinar los suelos en cierto número de grupos distintos debido a otras tantas razones. No es difícil encontrar en un sólo proyecto 10, 15 y hasta 20 ó más grupos distintos cuyas condiciones corresponden a otras tantas series. Si extendiéramos nuestro proyecto a las tierras vecinas, encontraríamos otras condiciones que marcaran otros grupos. Si nos extendiéramos más lejos todavía o estudiáramos otra área dentro de otro Estado, estaríamos en posibilidad de encontrar todavía otras series que nombrar, levantar y definir. Naturalmente, mientras más grande sea el área que vamos a levantar, o más separados estén los proyectos, estaremos en posibilidad de encontrar más diferencias.

Entonces, si se sigue adelante el levantamiento, se aumentará el número de series y con esto una confusión rápida. Por otra parte, si en diferentes partes de un proyecto encontramos condiciones tan semejantes que nos dan suelos semejantes ¿por qué se han de detener éstas semejanzas con los límites del área que vamos a levantar? Realmente no se detienen. Si nuestro levantamiento continúa y se extiende, encontramos semejanzas que son capaces de adaptarse a los mismos grupos de suelos. No porque los suelos están muy separados los unos de los otros, debemos mostrarlos en el plano de un modo distinto, sino indicar sus semejanzas bajo el mismo nombre de serie. Es posible y hasta probable que al hacer el levantamiento en dos diferentes Estados se encuentren suelos que tengan las mismas características. Si los proyectos que se estudian están muy separados, el primer impulso tenderá a considerar los dos proyectos como unidades completas dentro de ellos mismos. Si el agrólogo que trabaja en el campo no está familiarizado con los suelos levantados de antemano, esto, naturalmente, es una necesidad. Así se hacía en los primeros días del levantamiento de planos de los suelos. Por algunos años no se descubrió que ciertos tipos o grupos de tipos semejantes, se presentarán no sólo esparcidos sobre el área que se levantaba, sino en otros proyectos muy lejanos. No fué sino hasta 1904 cuando el levantamiento de suelos alcanzó ese punto, donde fué reconocida la distribución extensiva de los tipos o que ciertos grupos de suelos teniendo características semejantes podían extenderse en áreas de gran extensión. Por eso, antes de esta época, no se había intentado hacer una correlación, o si se hizo, las bases fueron tan inclusivas, que algunos suelos de

caracteres muy diferentes se levantaron bajo el mismo nombre de tipo; los resultados fueron confusos porque, además de otras cosas, se reconoció muy pronto que, por ejemplo, la tierra franca Miama en el Estado de Wisconsin, tenía características muy distintas de la tierra franca Miama, levantada anteriormente en Ohio.

Esto se debió a que en aquel tiempo, la textura era la única característica en la cual se basaba la correlación. En 1904, después de unos tres años de llevar a cabo trabajos de levantamiento detallado en los Estados Unidos, se reconoció por primera vez la posibilidad de agrupar los suelos de acuerdo con otras características; en vista de esto, la textura fué desechada como base de la correlación. Al mismo tiempo y al hacer el esfuerzo para aclarar toda esta confusión, se reconoció la serie de suelos y se hizo incluir en ella a todos los que tuvieran las mismas características, con excepción de la textura. Desde entonces se ha definido el término "serie" y su uso se ha generalizado y ha servido de base para nuestro trabajo de correlación.

Después de los 18 meses de hacer trabajos de levantamiento detallado en varios proyectos de irrigación en México, la cuestión de correlación de suelos se vuelve de importancia e interés profundos en nuestro trabajo. Sale sobrando decir que no debe levantarse proyecto tras proyecto dando a las distintas series nombres locales. Si así se hiciera, resultaría al cabo de algún tiempo una multitud de series de suelos y una confusión final al comparar los tipos. Ya es tiempo de que comencemos a pensar en la necesidad de hacer una comparación cuidadosa de los suelos de varios proyectos para que todos aquellos que sean semejantes puedan correlacionarse propiamente y designarse con un nombre de serie adecuado.

Factores que intervienen en la correlación:

Al mirar de cerca el problema de la correlación, se encuentra un principio fundamental que debe tenerse en la memoria principalmente: que los suelos deben correlacio-

narse sobre las bases de las características dominantes más importantes del perfil. Puesto que el perfil comprende desde el solum, o sea la parte intemperizada de la masa del suelo, cualquier comparación para el propósito de correlación, debe considerar todas las características dominantes que se encuentran dentro de los horizontes (a) y (b).

Las variaciones dentro del perfil del suelo son ante todo de dos clases: diferencias fundamentales, 1o.; y 2o., las variaciones en su estado de formación.

Las variaciones fundamentales corresponden al medio ambiente puesto que los suelos son el producto del medio en el cual se han formado. Cuando hablemos de la formación del suelo, suponemos la existencia y la influencia del elemento tiempo. Cuando las condiciones son favorables, y cuando ha transcurrido el tiempo suficiente para permitir la completa formación de todos los factores esenciales de un suelo, el resultado es lo que conoce como un "perfil maduro". Lógicamente, puesto que se encuentran condiciones favorables solamente donde el perfil no ha sido removido por un largo período de tiempo, no esperaremos encontrar perfiles maduros en los declives de las colinas donde los materiales están siendo constantemente arrastrados a niveles más bajos, ni tampoco los buscaremos en los valles recientes de aluvión donde todavía se están agregando los materiales frescos y donde el elemento tiempo no ha sido suficientemente largo para darle un carácter fundamental. Pero donde sí los encontraremos muchas veces, será en las áreas planas o muy ligeramente inclinadas entre los ríos y las colinas.

Los factores activos que traen consigo los cambios que dan distinta naturaleza al perfil, son, el clima y las diferentes formas de vida; de estos dos, el clima es, ante todo, el más importante. Puesto que la influencia del clima en los suelos ya se expuso anteriormente, no necesitamos volver a hablar de ello. La influencia de la vida de las plantas se nota muy especialmente en los suelos húmiferos y en los turbosos, los cuales se

forman por el desarrollo y la descomposición de la vegetación en los lugares de estancamiento o poco movimiento del agua. La vida animal refleja su influencia en ciertos suelos marinos especialmente en aquellos que se derivan de los animales cuyos cuerpos están encerrados en conchas; tales suelos son naturalmente ricos en cal como aquellos que se derivan de los residuos de los peces son ricos en fósforo. De la misma manera imprimen características peculiares, la vida de ciertos animales acuáticos que producen la tierra de infusorios.

Puesto que el clima es un factor que generalmente no cambia en pequeñas distancias, debemos esperar encontrar las mismas clases fundamentales de perfiles extendidas en grandes áreas. Así en los Estados Unidos, en las secciones planas donde prevalecen condiciones climáticas semejantes, se encuentran las mismas clases fundamentales de perfiles cambiando regularmente con el cambio de las zonas climatológicas.

En nuestro trabajo de correlación, entonces, no podemos esperar encontrar suelos que puedan correlacionarse en regiones muy separadas donde las condiciones climáticas son radicalmente distintas, ni en regiones cercanas donde por cualquier razón, esas condiciones de clima no son las mismas. Probablemente se puede decir de una manera universal, que los suelos que han llegado a su madurez bajo la influencia de climas radicalmente distintos, serán siempre lo suficientemente distintos para impedir su correlación.

Por otra parte, los perfiles no maduros o los que tienen un grado distinto de desarrollo son diferentes en cortas distancias; estas diferencias se deben a las condiciones locales, como topografía, carácter del material del cual se ha formado el suelo, acumulación reciente y exceso de una clase u otra de determinado material del suelo.

En las colinas empinadas los perfiles nunca llegan a la madurez porque los materiales son continuamente arrastrados y deslavados por las lluvias. El que estas colinas permanezcan a la misma altura se debe

a que los materiales arrastrados son continuamente reemplazados por el intemperismo de las rocas; el carácter de las rocas tiene una influencia directa en su grado de intemperismo, así como en la profundidad y grado de desarrollo de los perfiles resultantes. Ejemplos de estos casos pueden verse muy claramente en el Oeste del Estado de Oregon, donde, bajo condiciones climáticas semejantes se encuentran suelos que se derivan de rocas basálticas duras y rocas más suaves de origen sedimentario; los suelos que provienen de rocas ígneas son casi siempre delgados, mientras que los que se derivan de areniscas y pizarras arcillosas y calizas que se han intemperizado profundamente y con mucha rapidez, han acumulado muchos metros de suelo, no obstante la erosión de la superficie. Si se considera la edad desde el punto de vista de los años, en lugar del grado de desarrollo del perfil, muchos suelos de las colinas son realmente de origen más reciente que algunos de los suelos a lo largo de las corrientes; sin embargo, el término "suelos recientes" se acepta generalmente para significar materiales de aluvión que limitan corrientes existentes o pasadas, los cuales han tenido solamente una pequeña modificación desde que fueron depositados. Aquí el tiempo ha sido el factor que limita y evita el grado de madurez.

Al mismo tiempo que los factores que concurren para formar perfiles anómalos, o que influyen el desarrollo normal, puede mencionarse el exceso de agua y de ciertos minerales, compuestos químicos u orgánicos tales como el carbonato de cal, fierro, carbonato de sodio y un gran número de otros álcalis agrícolas, materia orgánica, etc.

Al estudiar los perfiles con el objeto de correlacionarlos, debe ser examinado detenidamente el solum; esto se puede hacer estudiando las paredes de una excavación reciente o del material recientemente expuesto a lo largo de una corriente. Una de las primeras cosas que deben determinarse es la línea de separación entre el solum y la roca madre y de esto podrá inferirse el espesor del solum. Después debe procederse al estudio de la "textura del perfil"; al hacer esto,

deberá observarse el espesor y arreglo de cada uno de los horizontes que tengan distinta textura y la textura con todas sus variaciones debe estudiarse y describirse; en seguida, debe dirigirse la atención al estudio de la "estructura del perfil", esto comprende la determinación 1o., del espesor de cada uno de los horizontes que tengan distinta estructura; 2o., el examen y anotación de la clase de estructura que tiene cada uno de los horizontes. Los nombres y definiciones de las diferentes clases de estructura, así como otros términos que se usen en todo el trabajo edafológico, deben tomarse del "Informe de la Comisión de Terminología del Colegio Agrológico de Meoqui." Entre las estructuras más comunes de los suelos superficiales normales, se encuentran la granular (suave o dura), terronosa, no estructurada, adobe, y otras; donde se encuentra el álcali, las más comunes son: sedosa, costrosa, pulverulenta y otras; las estructuras más frecuentes de los subsuelos, son la columnar, terronosa, adobe, granular, etc. Un estudio detallado de la estructura puede aclarar algunos puntos que necesitan tenerse en consideración, puesto que uno no conoce más que cierta característica de estructura prominente en un grupo de suelos, y que puede servir para formar una serie distinta.

El color es también un punto importante que debe tomarse en consideración al hacer la correlación de los suelos, puesto que el color denuncia frecuentemente otras cualidades que pueden ser buenas o malas. Al estudiar este factor, debe estudiarse el color de cada horizonte, basándose siempre en superficies recientemente expuestas en lugar de superficies que han sido expuestas anteriormente al intemperismo. Para hacer una identificación más aproximada, no es suficiente examinar un corte muy cerca de la superficie, sino que hay que hacer el examen 25 ó 30 cms. más abajo y otros más en distintos lugares del terreno. El suelo debe examinarse desde la superficie hasta el fondo para anotar las diferencias importantes, esto se puede hacer también en los agujeros que se hicieron para estudiar los horizontes.

Siguiendo el orden debido, debe estudiarse después la consistencia del perfil, lo cual se hará de acuerdo con el espesor de las capas de diferente consistencia. La consistencia, según la idea general, está muy íntimamente relacionada con la estructura y hasta últimamente, estos términos se han usado debidamente separados: Las consistencias más comunes se designan con los términos siguientes: suelta, suave, desmenuzable, compacta, dura, plástica, adhesiva, etc. Desde el punto de vista económico, la consistencia es una característica muy importante y con frecuencia, es la base, no sólo para agrupar los suelos en series, sino para correlacionarlos o circunscribirlos en áreas determinadas.

Las características químicas se estudian con cierta amplitud como una base de correlación. Es difícil para el hombre que trabaja en el campo profundizarse en el estudio químico en el campo mismo; él puede, sin embargo, diferenciar los suelos calcáreos de aquellos que no tienen cal; puede determinar el horizonte u horizontes en los cuales se presentan las mayores concentraciones. Algunas veces, cuando se aplica el ácido clorhídrico diluído a los suelos superficiales, no se verifica ninguna efervescencia indicando esto que no contiene cal; de la misma manera puede descubrirse la presencia de cal en los diferentes horizontes, infiriéndose su concentración por el grado de efervescencia. Los suelos ricos en cal deben agruparse separadamente de aquellos que no la tienen; de la misma manera, los suelos que tienen gran cantidad de cal en alguno de sus horizontes, deben separarse de los que tienen fuertes cantidades de cal en el subsuelo profundo.

De una manera más o menos extensa, se agrupan los suelos de acuerdo con su acidez. Hay algunas pruebas para determinar la acidez, pero ninguna es tan fácil como la del ácido clorhídrico para la cal.

Vemos entonces que hay muchos puntos de diferencia y de contacto que pueden servir para correlacionar los suelos, pueden ser solamente el color, la estructura, la consis-

tencia, o la composición química en general, pero pueden no solamente ser éstos, sino otros más pronunciados.

Puesto que hay muchas oportunidades para diferenciar los suelos, debemos pensar que se encuentran también grandes grupos con características suficientemente semejantes que garanticen su correlación.

Si encontramos en áreas adyacentes o ampliamente separadas materiales de suelos semejantes y si estos materiales resisten los mismos agentes de formación, especialmente el clima, todos ellos obrando por el mismo lapso de tiempo, podemos suponer que los suelos resultantes serán tan semejantes, que no hay duda de que su correlación sea correcta. Estas condiciones existen en grandes áreas en los Estados Unidos y pueden identificarse fácilmente series bien definidas y establecidas separadas 200 kilómetros una de otra.

Al hacer la correlación de los suelos de acuerdo con sus características dominantes, hay que tener en cuenta que aun esas características varían en los diferentes suelos. Por ejemplo: un grupo de suelos puede caracterizarse por un horizonte de arcilla bien formado; otro por un horizonte de saxeum, otro grupo por un horizonte de arenosos, etc., algunas veces uno de los horizontes puede determinar la serie, a veces el otro; también puede ser el color, la estructura, la consistencia o el exceso de un componente químico en el horizonte superficial o en cualquiera de los horizontes inferiores. Cualquiera que sea el factor dominante o donde quiera que se presente, puede servir de base para la correlación.

Después de dieciocho meses de levantamiento detallado en diversos proyectos en la República, puede parecer extraño que no se hayan encontrado suelos que puedan ser correlacionados. El primer proyecto estudiado fué el de Guatimapé y el segundo fué el de la Saucedá. Aunque estas dos áreas están relativamente cerca la una de la otra, con semejantes condiciones climáticas, hay diferencias pronunciadas que evitan la correlación. En el Proyecto de Guatimapé o Santiaguillo los suelos de la laguna tienen principalmente un color amarillento y subsuelos

de textura pesada; estos factores están completamente ausentes en los suelos del proyecto de la Saucedá. Los suelos de la serie Santiaguillo o sean los suelos de los alrededores de la alguna, que tienen consistencia suelta y color claro, se diferencian de una manera tan radical, en color de los de las márgenes exteriores del proyecto de la Saucedá, que no es posible correlacionarlos. Puesto que las condiciones climáticas son prácticamente idénticas, las diferencias existentes no pueden ser de un carácter fundamental, puesto que hemos aceptado que las diferencias fundamentales se deben al efecto de los climas diferentes. Sin embargo, parece extraño que dos áreas que se encuentran próximas no tengan suelos que se puedan correlacionar y entonces parecería más extraño que dentro de un sólo proyecto no se encuentren suelos que se correlacionen. En el proyecto de Guatimapé hay cuatro series de suelos. Podría uno preguntarse: ¿No pueden correlacionarse ellas entre sí? No. Es cierto que las condiciones climáticas son las mismas, así es que no podrá haber diferencias fundamentales; las diferencias son de carácter puramente local y se deben, primero, a las diferencias de las condiciones topográficas superficiales que traen consigo diferentes grados de intemperismo y segundo al exceso de determinados materiales como el agua y la materia orgánica. Esta misma clase de diferencias sirve para mantener separados los distintos grupos de los proyectos de Guatimapé y La Saucedá. Mientras que en el primero, el color dominante es el amarillo, en el segundo es el gris; en el primero los suelos superficiales son blandos y en el segundo son compactos o duros y aun aquellos que son semejantes por su consistencia suelta, son diferentes en color. Donde los saxeum están presentes, éstos son de un carácter distinto, pues los del Valle de Guatimapé son areniscas y en cambio los de La Saucedá son altamente calcáreos debido a las acumulaciones de cal.

El siguiente proyecto que se estudió detalladamente fué el de Aguascalientes. Como se verá en la carta que está a la vuelta, la precipitación es algo mayor de lo que había-

Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Año
Comisión Nacional de Irrigación Departamento Agronómico				
Precipitación medida en varios proyectos				
Proyecto del Rio Conchos. Estación en Comargo, Chih.				
132.6	21.9	193.9	28.8	336.3 mm's.
Proyectos de Sauceta y Guadalupe				
Estación en Durango Dgo. - Observaciones de 9 años				
21.9	21.9	250.6	120.1	496.1 mm's.
Proyecto de Don Martín				
Estación en Loredo, Toms.				
62.2	126.1	164.2	141.0	493.5 mm's.
Proyecto del Rio Santiago				
Estación en Aguascalientes Ags. - Observaciones de 36 años				
30.4	25.0	310.1	134.3	509.8 mm's.

Sta. María 380 mm's.



mos encontrado al principio, aunque no lo suficiente para hacernos esperar una diferencia fundamental de los suelos. Podemos decir que las diferencias se deben al exceso de ciertos materiales, principalmente fierro, así como a las diferencias geológicas o sean las diferentes composiciones de las rocas madres. El fierro no sólo ha dado características de color a los suelos, sino, lo que es de más importancia, ha influenciado el carácter determinante del tepetate. Tenemos entonces que el origen, el color, la estructura, la consistencia y las características químicas son todas distintas de cualquier otro suelo levantado con anterioridad y todas ellas influenciadas por el exceso de cierto material: el fierro.

En seguida se estudió el proyecto de Don Martín. Si se observa otra vez la carta, se verá que la precipitación anual es casi idéntica a la de Aguascalientes, pero que está distribuída de otra manera, pues una parte ocurre en el invierno y en la primavera, lo que no sucede ni en Aguascalientes ni en Durango, donde estas estaciones son secas normalmente; aparentemente esta continuidad mayor de precipitación ha traído como consecuencia la eluviación de los materiales solubles a los subsuelos más profundos, lo que no ocurre donde la lluvia se presenta toda en una sola estación. En el proyecto de Don Martín, rara vez se encuentran las formaciones de yeso y carbonato de cal a menos de un metro de profundidad, lo cual es considerablemente mayor que en cualquiera de los proyectos estudiados antes. Esto se debe, a que las condiciones locales de drenaje son tales que desvirtúan la acción de la capilaridad y por consiguiente el retorno de estos materiales a la superficie. Tenemos entonces, entre otros factores, suelos ligeramente coloreados los cuales se caracterizan por el exceso de distintos materiales distribuídos de diferentes maneras.

Hay perfiles cuya característica dominante es el yeso en los subsuelos; hay series cuyas características dominantes son los colores ligeros de sus suelos superficiales y la presencia de carbonato de cal en los subsuelos. La forma y distribución de este material es, sobre todo, el factor dominante pa-

ra la formación de cierto número de series; hay 1o., una serie de carbonato de cal, duro, denso y de apariencia rocosa; 2o., un material de la misma clase, pero no tan completamente formado y mezclado con una gran cantidad de grava muy ligeramente cementada; 3o., con carbonato de cal distribuido de la misma manera pero de color gris cenizo, muy compacto y de arcilla con apariencia de saxeum; 4o., con carbonato de cal repartido en forma de gránulos de cal, pequeños, grises y suaves, a través de un subsuelo de color rosado o chocolate.

Hay un grupo de suelos que descansan en un material de color claro que tiene la apariencia de la arenisca, pero que todavía no ha alcanzado este estado. Otro grupo que descansa en pizarra mezclada con arenisca. El grupo más extendido tiene suelos ligeramente compactos de colores, café claro; café grisáceo o gris cenizo, con subsuelos que se extienden hasta 8 ó 10 mts. sin ningún cambio importante.

Hay otra serie de color gris oscuro en la superficie con subsuelos de color semejante, compactos, de textura pesada y que se ponen negros al humedecerse y con un substrato de color café amarillento o gamuza; con frecuencia se encuentra el yeso a pequeñas profundidades; los suelos recientes son calcáreos y de colores café claro o gris.

Quedan todavía dos series con suelos de color rojo: una con calci-saxeum y otra sin él; la que tiene el saxeum, es también con frecuencia gravosa y cuando lo es, la grava se compone de fragmentos duros de cuarzo o calcedonia y fragmentos azules de la piedra de cal donde descansa. En algunos lugares la piedra de cal se presenta como un estrato de un metro o más de espesor y es una formación geológica característica. El saxeum se ha formado, en todos estos lugares por el proceso normal de intemperismo del suelo.

Ninguno de los suelos del proyecto de Don Martín puede correlacionarse con alguno de los que se levantaron antes. Veremos si es posible hacerlo con alguno de los del proyecto del Conchos, que es el que estamos estudiando ahora.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

LA ELEVACION DEL AGUA FREATICA Y EL DRENAJE

Por

Agr. A. E. Kocher.

Del Depto. Agronómico de la Com. N. de Irrigación.

Probablemente no hay cosa que cause al regador más molestias persistentes que la escasez de agua. Puesto que la escasez de agua puede causar una pérdida financiera por la disminución de producción de un cultivo, no hay probablemente perjuicio que dañe menos el suelo. Por otra parte, la presencia de un exceso de agua en el suelo, causa no solamente una disminución de producción para esa estación, sino que, si el exceso de agua continúa, el suelo se daña de tal modo, que puede volverse completamente improductivo. La experiencia personal me ha enseñado los efectos de la muy poca agua en los cultivos, y yo podría citar de mis observaciones personales, ejemplos de tierras que han tenido que ser abandonadas por el exceso de agua y la consecuente elevación del álcali.

En las regiones húmedas, el daño causado por la elevación del agua freática se limita principalmente a la acción directa del agua como asfixiante para la vegetación. En las regiones áridas, por otra parte, la elevación del agua freática viene casi invariablemente acompañada de la elevación del álcali.

Puesto que la mayoría de las tierras irrigadas en el mundo se encuentran en las regiones áridas, el problema del control de la elevación del agua freática es también el del control del álcali. Esto se vuelve un problema de mucha importancia que afecta en muchos casos la vida de un proyecto. Por ejemplo, en el Valle Imperial, en California, han tenido que ser abandonadas áreas considerables anteriormente

cultivadas donde el contenido total de álcali era menor de 0.2% en un perfil de dos metros. En estos casos prácticamente todas las sales se extrejeron al elevar el agua freática y se dejaron en la superficie o cerca de ella. En todos los casos, prácticamente, donde los suelos de textura ligera fueron fuertemente afectados por el álcali, se debió también a la elevación del agua freática. En 1920, que fué hecho el estudio Agrológico del Valle Imperial, esto se limitó a una faja de 800 a 1,200 metros de ancho, por 27 kilómetros de largo adyacente a uno de los canales principales.

Puedo citar observaciones personales de tierras alcalinizadas o inundadas en el Valle de Palo Verde, California y de manchas malas que se han presentado en las secciones irrigadas de San Joaquín, Cal., de la destrucción de huertos de manzanas cerca de Sunnyside en el espléndido proyecto de Yakima, Washington; de campos abandonados en la división Camas del proyecto Flathead, Montana; y de áreas cultivadas que han sido convertidas en tierras de pasteo en el proyecto de Klamadth, Oregon, de daños causados por las infiltraciones en el Lower Río Grande, en Texas, en el Proyecto Carlsbad, Nuevo México, y varios Proyectos en el Estado de Colorado.

Otro ejemplo: cuando el Gobierno de los Estados Unidos estaba negociando con los agricultores tomar los derechos de agua del Proyecto Okanogan, tomando como base el gasto de la compuerta principal en lugar de los derechos anteriores de tres

pies-acre de agua por la estación, uno de los tenedores de tierras reclamó, amparado por la Ley de "Beneficial Use", el derecho de 7 pies-acre; cuando la reclamación fué tomada en consideración, fué a la Corte y demostró la necesidad del uso continuado de esta cantidad. Ese tenedor ganó su pleito. El no podría hacer eso ahora, porque se ha caminado mucho en materia de conocimientos de los efectos ruinosos de la sobre-irrigación desde que aquel pleito fué fallado. Aunque él ganó su pleito, de acuerdo con la misma ley de "Beneficial Use", tuvo que continuar usando alrededor de 7 pies-acre de agua en su tierra. Hay muchas gentes que se interesaron en ese caso y que todavía están diciendo "Yo se lo dije". No pudo suceder de otra manera, puesto que la tierra estaba situada dentro de un cañón o valle angosto cuyas condiciones de drenaje eran solo regulares, de un rancho productivo y próspero se convirtió en solo pocos años en un pantano y sólo sirvió para pasteo.

Todos estos ejemplos han sido expuestos por el hombre. Los mismos resultados han sido frecuentemente completados por la naturaleza.

De una área total de 280,000 hect. en el Valle Artibonite de Haití, 90,000 hectáreas, o sea el 24%, se encontraron empanatadas y fuertemente afectadas por el álcali. En este caso, las áreas malas se debieron a la posición baja con respecto al Mar Caribe. No solo estaban empanatadas sino que en la mayoría de los casos contenían más de 3% de sal. De hecho el cloruro de sodio era tan fuerte que cerca de la costa se juntaba de la superficie del suelo y se vendía al comercio. Algunas veces éste era el resultado de la precipitación directa del agua del mar y en otros casos el resultado directo de la elevación del agua freática. Cuando esta última condición aparecía, se murieron grandes mezquites y otros arbustos en áreas considerables dando la sección una apariencia desolada. Estos casos no son controlables por el hombre; los otros sí lo son. Algunas veces son controlados o corregidos después que

se ha causado un gran perjuicio. En 1922 fué necesario para los rancheros del Valle Imperial, de California, desembolsar . . . 2.500,000 dls. para trabajos de drenaje y para recuperar tierras inundadas por las filtraciones o para protegerlas de estas mismas.

En el desarrollo de un proyecto de irrigación es un problema para el constructor proveer una cantidad de agua suficiente para la región irrigada y prevenir la eliminación de todo aquello que pueda ocasionar el exceso de agua aplicado a los cultivos. El problema del regador consiste en dar a las plantas una suficiente cantidad de agua a tiempo oportuno pero también lo que es igualmente importante es ver que esas cantidades no sean aplicadas de manera que dañen el suelo. Es difícil para la mayoría de los regadores vigilar la corriente de agua que pasa por sus lugares y que no se usa. Aun cuando los suelos estén bastante húmedos, la tendencia general es ponerles más agua, si ésta está al alcance, bajo la impresión de que la mayor cantidad que se ponga ahora, hará que la tierra se mantenga húmeda en una estación seca futura posible. Esta creencia es errónea, no toda el agua en el suelo puede ser usada por las plantas.

El agua se presenta en el suelo en cuatro formas distintas: higroscópica, capilar, de gravedad y de adhesión.

El agua higroscópica es aquella cuya atracción molecular puede retenerle de la evaporación. Puede decirse que está en equilibrio con la humedad de la atmósfera; es aquella agua, que un suelo, que ha sido bien secado por medio del calentamiento artificial absorbería cuando se expone al aire húmedo. Se ha encontrado que esa agua se encuentra en la forma de una película delgada alrededor de los granos del suelo y de allí que al suelo más fino corresponde la mayor área superficial y por consiguiente la más grande cantidad de agua higroscópica retenida. Según Fortier, Loughridge encontró que los suelos arenosos contenían de 1 a 3% de agua higroscópica, los francos alrededor de 5% y los arcillosos del 7 al 10%.

Hilghard ha hecho un sumario del significado del agua higroscópica en conexión con el crecimiento de las plantas como sigue:

1.—Suelos de gran poder higroscópico que pueden tomar del aire húmedo agua suficiente para ayudar a sostener la vida de la vegetación en las estaciones de sequía. Estos no pueden, sin embargo, mantener el ahorro normal en el caso de algunas plantas desérticas.

2.—La absorción de la humedad en gran cantidad, evita el calentamiento rápido e indebido de la superficie del suelo hasta un punto peligroso y así a menudo salva los cultivos que de otra manera se perderían en los suelos de poco poder higroscópico.

De una manera general, el agua higroscópica no puede ser usada por las raíces de las plantas en cantidad suficiente para sostener su continuo crecimiento, aunque ha sido demostrado por Alway, Batchelor y Reed que bajo condiciones severas de sequía la vida de algunas plantas puede sostenerse por el agua higroscópica.

El agua de capilaridad es la película delgada de agua que envuelve las partículas de suelo y que mantienen su posición contra la fuerza de la gravedad por medio de la fuerza de tensión superficial. Su movimiento entre las partículas es de los suelos húmedos a los más secos, ya sea hacia arriba o lateralmente y es debido a la acción capilar, como a la fuerza de la gravedad. Esta agua llena en partes los espacios porosos del suelo pero sólo en parte, puesto que, en ausencia de agua de gravedad, una parte de los espacios se llenan con aire. Esta es la fuente principal de agua para el crecimiento de las plantas.

El agua de gravedad es aquella que se mueve libremente hacia abajo a través del suelo atraída por la acción de la gravedad. Es aquella que se encuentra en una cantidad excesiva para poder ser retenida por el suelo por la acción de la atracción molecular o por la fuerza de la capilaridad. Se

mueve hacia abajo por las vías de menor resistencia hasta que es absorbida por el material seco y convertida en agua capilar o hasta que alcanza el nivel del agua freática donde los espacios están completamente llenos de agua y el suelo saturado.

Como se dijo antes, el agua capilar es la fuente principal para el crecimiento de las plantas, puesto que el agua en esta forma es siempre útil. Es útil porque el agua en esta forma está repartida entre los espacios de suelo llenos de aire el cual es de necesidad vital para el crecimiento de las raíces. En cambio, el agua de gravedad llena los espacios del suelo hasta la práctica exclusión del aire y exceptuando algunas plantas, las raíces se asfixian porque no pueden respirar.

El agua higroscópica se mantiene de una manera muy tenaz a los granos del suelo para ser usada por las plantas con excepción de algunos casos de sequía extrema.

Puede decirse que un suelo está saturado cuando todos los espacios intersticiales están llenos de agua. La **capacidad efectiva de retención** de agua de un suelo es el porcentaje de agua que puede retener, pero no indefinidamente, en oposición a la fuerza de gravedad y en presencia de un drenaje libre. Por otra parte, el porcentaje más bajo de humedad que puede tener un suelo sin detener la vida de las plantas, es lo que se llama el punto de marchitamiento (wilting point). El conocimiento de la **capacidad de retención** de agua de un suelo, así como del punto de marchitamiento es de interés directo para el rancho puesto que el primero indica la mayor cantidad de agua útil que un suelo puede contener y así lo pone a él en aptitud de evitar la sobre-irrigación y el conocimiento del coeficiente de marchitamiento lo pondrá en aptitud de mantener el suelo con una suficiente humedad para que sus cultivos crezcan continuamente. Permitir que un suelo se seque más allá del coeficiente de marchitamiento, es como admitir la disminución de producción para ese año, pero la adición de agua más allá de la capaci-

dad de retención no solo resulta perjudicial respecto al gasto del agua, sino que si la práctica se continúa, puede causar al suelo un daño muy serio.

En las regiones húmedas la precipitación es la fuente principal del abastecimiento de agua de los suelos. En las regiones áridas donde la lluvia es escasa, gran parte del agua del suelo se deriva de la irrigación. En los dos casos, como arriba se indica, ambas pueden ser demasiado abundantes. Cuando el agua llega al suelo de donde quiera que sea, una parte de ella se usa para el crecimiento de las plantas por medio del proceso normal de absorción, otra parte se pierde por la evaporación superficial, otra parte se derrama por el desagüe superficial y otra parte pasa hacia la parte de abajo obedeciendo las leyes de gravedad hasta reunirse con el agua del subsuelo. Una vez que ha alcanzado el agua freática, si las condiciones son favorables, tendrá la tendencia a desplazarse lateralmente por el suelo y derramarse por medio del drenaje. Si el estrato sobre el cual descansa el suelo es relativamente impermeable, o si se presenta alguna obstrucción, tal como un dique, el exceso de agua del subsuelo se elimina muy lentamente y el agua freática tiene, la tendencia a elevar su nivel. No es nada extraño que alcance la zona de alimentación de las plantas y entonces se vuelve una amenaza para el crecimiento de éstas. Algunas veces llega hasta la superficie convirtiendo los lugares bajos en pantanos. Cuando tal cosa sucede se necesita el drenaje artificial para corregir este defecto.

En cambio, si el estrato es permeable, el exceso de agua se filtra hacia abajo fácilmente y toma su curso hacia las tierras más bajas o forma corrientes o manantiales a niveles más bajos. Cuando las tierras más bajas son inundadas o empantanadas, se les llama **tierras infiltradas** para distinguirlas de los **pantanos**, los cuales, generalmente, deben su empantanamiento a causas naturales. En estos casos, la masa del suelo a través de la cual

el agua actúa, trabaja como un recipiente natural que está eliminando agua con una uniformidad considerable que varía naturalmente con la lluvia o con la cantidad de agua aplicada en el riego. Esta agua, que se recibe de esta manera en las áreas irrigadas más bajas, se llama comúnmente **corriente de regreso**.

Las capacidades de retención de agua de los suelos difieren considerablemente con la textura de los materiales y la posición en la cual están distribuidos en el perfil. Según Scofield, del cual está tomada gran parte de esta información, "la cantidad de agua que puede ser absorbida por el suelo algo más abajo de la superficie, es muchísimo menor que la cantidad que retendría el mismo suelo si estuviera en la superficie". El efecto de la textura en la capacidad de retención de agua fué determinado por Headley en New Lands Experiment Farm en 1923. La tabla siguiente muestra los resultados que se obtuvieron en el campo, la arena gruesa tuvo una capacidad de retención de 18% y este porcentaje aumentó progresivamente con la fineza de la textura llegando hasta 35% para la arcilla. En este caso la arena gruesa estaba probablemente influenciada por un lecho de arcilla sobre el cual descansaba porque el porcentaje dado es más o menos el doble de la capacidad de absorción normal de los suelos de esta textura.

Muestra y textura de tierra.
Capacidad de retención.
(porcentaje sobre la tierra seca.)

En el campo.

No. 5. arena gruesa.....	18.0
No. 7. migajón arenoso.....	20.7
No. 4. arcilla.....	33.5

De 80 determinaciones de humedad hechas en Humtley, Montana y reportadas por Scofield donde examinado el subsuelo de 30 a 60 centímetros sobre la parte saturada, mostró que hay una diferencia muy

pequeña en el contenido de humedad del subsuelo precisamente sobre bajo el nivel del agua freática. Scofield dice comentando estos experimentos "los resultados indican que es muy pequeño el volumen verdadero de agua necesaria para cambiar de una manera notable el nivel del agua freática. Se necesita una pequeña cantidad de agua de infiltración de los niveles superiores para causar la elevación de nivel en el agua freática; de la misma manera, la eliminación de un pequeño volumen de agua por medio del drenaje, bajará el nivel del agua freática de una manera considerable. Las relaciones del volumen de agua y el cambio de nivel del agua freática varían probablemente con los diferentes tipos de suelos. En el caso de los suelos de Humtley, los números obtenidos indican que el aumento o disminución de 0.6% sobre el contenido de humedad de la zona crítica, verifica un cambio de nivel de 30 centímetros. En otras palabras, que 30 centímetros arriba del nivel del agua freática el contenido de humedad es solamente menor en 0.6 al contenido de humedad en la zona saturada abajo del nivel del agua freática."

Otro experimento reportado por Scofield acerca del nivel del agua freática por bombeo en Salt River, Arizona presenta unas bases para la estimación de la cantidad de agua necesaria para cambiar el nivel de las aguas freáticas. En este experimento (reproduzco de su informe, "El movimiento del agua en los suelos irrigados"), un pozo fué perforado a una profundidad de 86 metros en un lugar donde el agua freática se encontraba un metro abajo de la superficie. El agua se bombeo durante unas 60 horas en 34 días con una descarga total de 9.50 metros-hectárea. La baja máxima de nivel en el pozo fué de 22 metros siendo el radio de la baja pronunciada de 350 metros. Se comprobó que dentro de una área de 31 hectáreas el agua freática bajo un metro treinta centímetros. La eliminación de 9.50 metros hectárea de agua, cambio 7.7 metros-hectárea de subsuelo de su condición de saturado a no-saturado.

En otras palabras, la eliminación de 0.13 metros-hectárea de agua bajó el nivel del agua freática un metro hectárea. Se puede suponer de una manera casi segura, que bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento, hubo alguna entrada de agua de los subsuelos saturados de los alrededores, que no fueron estudiados, así de este modo la relación de 0.13 metros a un metro es probablemente o demasiado alta o demasiado baja.

De otros experimentos que Scofield narra, infiere la conclusión de que: parecería de tal evidencia que es posible que cuando se considera solamente el subsuelo inmediatamente arriba del nivel del agua freática, la adición de 0.0083 metro de agua, se traduciría en una elevación de 1 metro en el nivel del agua freática. De hecho no sería correcto sacar la conclusión de que la eliminación de un volumen de agua igual a 0.083 metro en profundidad bajaría el nivel del agua 1 metro o que el aumento de esa cantidad elevaría un metro el nivel del agua por la razón de que cualquier cambio en el nivel del agua afectaría las condiciones de humedad a cierta distancia sobre la línea de agua".

A continuación dice: "la magnitud del cambio de las condiciones de humedad del subsuelo, consecuente o necesario para producir un cambio de 1 metro en el nivel del agua, sería influenciado materialmente por la textura y la densidad de dicho subsuelo. Probablemente en algunas condiciones el aumento o la eliminación de 0.04 metros de agua, pueda elevar o bajar el nivel del agua freática 1 metro mientras que, en otras condiciones, puede necesitarse 0.12 para ocasionar el mismo cambio. Hablando de una manera general, se puede suponer que el aumento o eliminación de 0.08 metros puede elevar o bajar el nivel del agua freática 1 metro."

El conocimiento de este hecho es en extremo importante, puesto que demuestra que una pequeña cantidad adicional de agua se necesita para empantanar completamente una

tierra en la cual el nivel del agua freática es alto ya. Por otra parte, indica los beneficios que se obtendrían eliminando pequeñas cantidades de agua del subsuelo.

La distancia a la cual el agua freática debe estar bajo la superficie para no dañar los cultivos o la tierra, depende de la calidad, tanto de los unos como de la otra. Como se ha dicho, el material del suelo está prácticamente saturado a una altura por lo menos de 30 centímetros sobre la superficie del agua freática y si el suelo es de una textura fina, ese punto cercano de saturación se eleva a sesenta centímetros sobre el nivel del agua. En los suelos bien drenados, las raíces del maíz, normalmente se alimentan a una profundidad de 1.20 a 1.50 metros; los cereales aproximadamente a la misma profundidad; la papa de 0.60 a 1.20 metros. Los árboles frecuentemente mandan sus raíces en los suelos bien drenados de 6 a 8 metros de profundidad, mientras que las raíces de la alfalfa se extienden en el subsuelo hasta 15 metros de profundidad. Las raíces de las verduras y otros cultivos de raíces superficiales pueden adaptarse por sí mismas a una elevación considerable del agua freática sin un daño material para el cultivo. Parece que la alfalfa, un cultivo de raíces profundas, es a veces capaz de adaptarse a una elevación del agua freática puesto que se ha notado que las más grandes producciones se obtienen frecuentemente durante las últimas estaciones, pero se corre el peligro de la completa destrucción cuando el agua freática se estaciona de 2 a 2.50 metros bajo la superficie. Se toma generalmente como una suposición segura, que el nivel del agua freática no debe permitirse a una altura menor de 1.50 a 1.80 metros de la superficie y todavía esta profundidad puede ser considerada peligrosa si la textura del subsuelo es pesada, lo cual favorece la elevación del agua por la acción capilar a las capas superiores. En algunas partes del Valle del Lower Río Grande donde el suelo está formado por limo de granos finos, Williams encontró que el suelo se volvió peligrosamente salado cuando el agua freática se dijo que estaba a una profundi-

dad de 2 mts. bajo la superficie del suelo. En el proyecto de irrigación del New Lands, se instalaron los trabajos de drenaje cuando el agua freática subió a una profundidad de 3 mts.

El drenaje debe llevarse a cabo por cualquiera de estas tres maneras principales: por canales abiertos, por canales cerrados, por tubería o por bombeo de pozos profundos.

Los canales abiertos se adaptan a casi todas las condiciones lo mismo que los drenajes cerrados, aunque cada tipo tiene sus ventajas bajo ciertas condiciones. Los drenajes abiertos pueden operar generalmente con un desnivel menor que los drenajes cerrados, puesto que estos últimos requieren una velocidad considerable del agua para evitar las acumulaciones de arena y de limo. Los drenajes abiertos se adaptan mejor para la eliminación del agua tempestuosa y del agua de la superficie en general, puesto que el agua tempestuosa puede en algunas ocasiones exceder la capacidad de los drenajes cerrados y eliminarla muy lentamente entonces. Algunas veces también la operación en los drenajes por tubería se entorpecen por el azolve ocasionado por la tierra o la basura, aunque sus aberturas estén protegidas por tela de alambre. Algunas de las objeciones a los drenajes abiertos son su apariencia, la gran extensión de tierra que ocupan, la dificultad de cruzarlos en el campo y el gasto que ocasiona su limpieza del limo y la vegetación. En cambio, los drenajes por tubería algunas veces necesitan ser limpiados y la localización de la obstrucción no se hace sin dañar una parte de los cultivos y hasta del suelo. Generalmente la selección del drenaje abierto o cerrado, estará sujeto a las condiciones locales. Si van a ser drenadas grandes áreas con una pequeña caída el drenaje de canales abiertos debe ser escogido, pero si el área que se va a drenar es pequeña o si la tierra es muy costosa, el drenaje cerrado de cualquier clase puede usarse para economizar tierra.

Donde las condiciones son favorables se ha encontrado que el drenaje de las tierras

por bombeo de pozos profundos es lo mejor. Este método tuvo un éxito especial en el Proyecto del Río Salado en Arizona, donde la corriente eléctrica para el bombeo era barata y el agua bombeada tenía un alto valor para el riego. No solamente el valor del agua bombeada pagó el costo completo de su bombeo, sino que el proceso ha dado por resultado la reducción de la extensión bajo la cual el agua freática estaba más arriba de 3 mts. de la superficie y de 25,700 hectáreas que había en 1918 se redujeron en 1923 a 7,000. En otras palabras, más de 19,700 hectáreas se han bonificado hasta permitir su cultivo con éxito. Aunque las condiciones fueron en este proyecto especialmente favorables al sistema de bombeo de pozos profundos, pueden ser igualmente favorables o quizá más en otros. Esto sucedería en los lugares donde se tenga corriente eléctrica igualmente barata, donde se almacena el agua para el riego de otras tierras y donde el agua extraída contenga menos álcali. En el Proyecto del Río Salado, algo del agua bombeada contiene una mayor cantidad de álcali de la que se considera segura para ser usada en la irrigación y ésta tuvo que ser retirada. Donde las condiciones son favorables, el drenaje de las tierras por bombeo

de pozos profundos, debe tomarse en consideración como de gran valor.

En resumen:

No toda el agua que contiene el suelo puede ser usada por las plantas. El agua higroscópica se mantiene con tal tenacidad adherida al suelo, que no puede ser usada. El agua de gravedad llena los espacios pequeños completamente y elimina el aire. Puesto que el aire es necesario para el buen desarrollo de las raíces, se sigue que la mayoría de las plantas no se desarrollan en esos lugares donde el suelo está lleno de agua. Al menos que la planta pueda ajustarse por sí misma a una zona restringida de alimentación sobre los horizontes saturados, es necesario el drenaje para la buena producción de la planta. El drenaje puede ser llevado a cabo de tres maneras: por canales abiertos, por tuberías o por bombeo de pozos profundos. Cada uno de los métodos tiene sus ventajas y sus desventajas, las cuales dependen de las condiciones locales.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. E. Kocher.



LOS SUELOS DEL PROYECTO DE SANTA MARIA

por el
Agr. A. E. Kocher,
del

Depto. Agronómico de la Com. Nac. de
Irrigación.

Exceptuando un cierto número de intrusiones volcánicas o Mal Pais, en la parte central del Valle, donde los suelos son de origen residual, todos los suelos del proyecto son de formación aluvial. Los suelos residuales son montañosos y pedregosos y de ningún valor agrícola. Estos no están considerados como parte del Proyecto.

Todos los suelos del Proyecto, propiamente dicho, están formados por depósitos profundos acarreados por el Río Santa María, cuando éste corría a un nivel más alto, o deslavados dentro del Valle por las aguas pestuosas que bajaban de los declives montañosos cercanos. Cerca de las márgenes exteriores los materiales están principalmente constituidos por deslaves de montañas con una gran cantidad de piedras, guijarros y gravas; más lejos de las colinas los materiales son formados principalmente por los acarreos de los ríos y casi todos contienen guijarros y gravas en los subsuelos. Gran parte de los perfiles están hechos de materiales finos con algunas gravas de acarreo incrustadas en arcillas, tierras francas o migajones arenosos.

Aunque los suelos son de diversos orígenes, todos se derivan de rocas ígneas, andesitas y cuarsitas, principalmente.

Estos materiales han sido intemperizados bajo la influencia de la lluvia ligera en presencia de cal y hierro en abundancia. Muestran varios estados de madurez desde los perfiles maduros con calci-saxeum en los subsuelos y substrato, cerca de las colinas, hasta los tipos con subsuelos sólo ligeramente modificados, cerca del río. En la parte superior y cerca de las márgenes exteriores del valle, los materiales han sido in-

temperizados bajo la influencia de un buen drenaje y en todos esos lugares el fierro muestra su presencia impartiendo distintos colores rojizos. Todos los suelos del Proyecto tienen un alto contenido de carbonato de cal y las piedras y las gravas en muchos de los tipos están recubiertas y algo cementadas a bajas profundidades.

En las Ciénegas y áreas mal drenadas los materiales no están sino ligeramente oxidados y por lo tanto escasean los colores rojizos. Son a veces grises, gris opaco, café obscuro y predominan los colores negros con subsuelos gris claro o blanquizco, calizos y compactos.

Los suelos pueden ser separados en dos grupos: los que han sido intemperizados bajo buenas condiciones de drenaje y están bien oxidados y los que siempre han estado más o menos empantanados en los subsuelos y que no están aereados ni oxidados.

El primer grupo comprende materiales de tres distintas edades: (a) suelos antiguos, maduros e intemperizados, frecuentemente con caliche o calci-saxeum en los subsuelos; (b) suelos jóvenes, mostrando sólo ligeras acumulaciones de cal y sólo pequeña capacidad en los subsuelos; y (c) suelos recientes, aluviales o no modificados a lo largo de las corrientes.

Para conveniencia de la exposición y como una ayuda de las investigaciones futuras se ha encontrado conveniente formar estos tres grupos. Las características de los suelos han sido conjuntamente estudiadas y los materiales agrupados en series y tipos. Siguiendo los métodos usados en los levantamientos de detalle las series han sido de-

nominadas geográficamente aunque no se ha dado atención a los tipos en el plano.

El primer subgrupo o sea el de los suelos intemperizados y maduros, comprende las series Flores y Navacoyán. El segundo subgrupo, o sea el de los suelos jóvenes y bien drenados, comprende las series Rosales, Ortiz y Sanguijuela y el tercer subgrupo, o sean los suelos recientes aluviales, comprenden la serie S. Pedro.

Los suelos mal drenados pueden ser agrupados en cinco series: Horcones, Galeana, Vega, Marineña y Cox. Los suelos de las cuatro primeras series son los mal drenados, los de la Serie Cox, que descansan sobre la mesa Occidental, tienen un desagüe regularmente bueno, pero un drenaje malo. A continuación haremos una breve descripción de las series del Proyecto.

SERIE ORTIZ.

Las características de la serie Ortiz son las siguientes: suelos superficiales, de estructura firme, o ligeramente compactos, de colores moreno vivo al rojizo, los tipos de textura más ligera tienen un depósito de grava fina, suelta, color rojizo y de arena gruesa en la superficie. A una profundidad media de unos 20 centímetros, este material adquiere una textura un poco más pesada y ligeramente más compacta. Es todavía algo desmoronable y blando, sin embargo, ofrece alguna resistencia al arado. Este horizonte termina generalmente a los 30 ó 40 centímetros de profundidad pero en algunos lugares se extiende hasta 75 centímetros. Descansa sobre un migajón arcilloso o una arcilla compacta o ligeramente compacta, de color rojo, en la cual están incrustados diferentes cantidades de gravas y guijarros de acarreo. Cerca de las colinas el material grueso aumenta en tamaño y está formado por grandes cantidades de pedruzcos firmemente incrustados y que tienen de 20 a 40 centímetros de diámetro. Los subsuelos más bajos están formados por arcilla o migajón arcilloso áspero y de color rojo, también gravoso y pedregoso, pero generalmente un poco menos compacto que el horizonte supe-

rior. El substrato es ligeramente coloreado y de textura ligera, generalmente gravoso o guijarroso, incrustado en el migajón arenoso grueso, migajón arenoso o tierra franca.

El material de cementación que da la ligera compacidad a la parte superior del perfil es en parte fierro, mientras que el de la parte más baja es cal. Frecuentemente las gravas en el substrato están revestidas de cal y en algunos lugares están ligeramente cementadas. Son, sin embargo, en esta parte del perfil, siempre lo suficientemente permeables para permitir el paso del agua. Todos los suelos son pobres en materia orgánica, pero nunca hay una tendencia a endurecerse y tanto estos como los de textura más pesada se prestan con facilidad al cultivo.

La serie Ortiz es una de las series más extensas del Proyecto. Ocupa una gran proporción de los terrenos planos y de los declives bajos de las colinas en ambos lados del Río. Las más grandes áreas están en la parte superior del Valle o entre San Buenaventura y el final bajo la Región central de Mal País.

Los suelos representan los acarreos del Río Santa María depositados en el Valle o los deslaves de las colinas cercanas. Han sufrido considerable modificación por el intemperismo habiendo sido iluviadas las partículas finas del suelo superficial las que han formado en los horizontes de los subsuelos una arcilla ligeramente compacta. Las rocas componentes del material grueso son de distinto origen pero consisten principalmente en material cristalino o cuarzoso con guijarros más o menos grandes de origen volcánico, de carácter andesítico principalmente.

La topografía es plana, con una ligera inclinación hacia el Río. En la terraza más baja el declive alcanza de tres a cuatro metros por kilómetro. En la segunda terraza es algo más, aumentando en los abanicos y los declives de las colinas bajas hasta de diez a veinticinco metros por kilómetro. En todos los casos, excepto en los abanicos donde los arroyos han hecho una barranca, el terreno es uniforme y favorable para la irri-

gación. Como de costumbre, los tipos de textura forman pequeños planos a veces más bajos que los suelos arenosos pero tienen siempre la caída suficiente para su desagüe y la fácil distribución del agua de riego. El drenaje es amplio, puesto que el substrato que está a 1 ó 1.50 mts. abajo es abierto y poroso, mientras que el material del subsuelo arriba de esta profundidad es lo suficientemente compacto para retener el agua. Es posible que en algunos lugares los guijarros y las gravas puedan ser ventajosas tratándose del drenaje puesto que ellos hacen más permeable la arcilla, no obstante, en algunos casos el subsuelo se observó de una compacidad inconveniente. Las raíces nunca encuentran dificultad para penetrar en los horizontes de arcilla guijarrosa, pero tampoco el substrato muestra ser lo suficientemente poroso para dar los mejores resultados. En la mayoría de los casos, se encontrará que el suelo tiene una capacidad de retención de agua más favorable y más productiva que las superficies excesivamente gravosas que se mencionaron.

Prácticamente todos los suelos de la Serie Ortiz tienen un crecimiento de pasto excelente y de muy buena calidad. En extensiones considerables este es el único tipo de vegetación. Cerca de San Buenaventura y cerca de las colinas las mesetas están espesamente cubiertas de nopales y choyas grandes, mientras que los tipos bajos de migajón arcilloso y migajón limo-arcilloso sólo tienen una escasa vegetación de uña de gato y mezquites pequeños. Existen áreas bastante grandes de tierras de primera y de segunda clase las cuales no sería costoso desmontar y prácticamente no requieren un gasto para su nivelación.

Exceptuando una pequeña extensión irrigada cerca de San Buenaventura y de este punto hacia el Norte cerca del Río, todos los suelos de esta serie están ociosos y sólo se usan para pasteo. Los principales cultivos que se producen, son frijol, maíz, trigo y chile. Aunque el maíz y el trigo se plantan en la mayoría de los tipos, los suelos de textura ligera han demostrado en varias oca-

siones que no son buenos para estos cultivos y los que mejor se adaptan a estos suelos son el frijol, la alfalfa, las verduras, etc.

Durante el curso del trabajo preliminar se identificaron 7 tipos de la serie Ortiz, como sigue:

Migajón arenoso Ortiz.

Migajón arenoso-gravoso Ortiz.

Franca Ortiz.

Franca-gravosa Ortiz.

Franca-gravosa-pedregosa Ortiz.

Migajón arcilloso Ortiz.

Migajón limo-arcilloso Ortiz.

Exceptuando los lugares donde la grava y las piedras no son muy numerosas o estas últimas demasiado cerca de la superficie, los suelos son lo suficientemente adecuados para la irrigación.

SERIE ROSALES.

Los suelos de la serie Rosales se diferencian de los de la serie Ortiz en que tienen subsuelos más permeables, lo mismo que el substrato. También son algunas veces un poco más morenos o algo menos rojos siendo el substrato especialmente, gris, suelto y poroso.

Los tipos se caracterizan por su color moreno vivo o rojizo, suelos superficiales blandos, generalmente cubiertos por una capa delgada de arena gruesa, gravosa, de consistencia suelta y de color rojizo que ha sido arrastrada por el viento; descansan sobre un migajón arenoso compacto o tierra franca de colores semejantes conteniendo con frecuencia grava, piedras y guijarros de acarreo. El primer horizonte alcanza de 1 a 3 cms. de profundidad, el segundo de 20 a 30 y el tercero de 40 a 50 cms. Más abajo de estas últimas profundidades y extendiéndose hasta 1 ó 1.50 mts. abajo, los subsuelos están formados por migajones arenosos o tierras francas ligeramente compactas, de color moreno claro o rojizo y conteniendo una excesiva cantidad de grava, guijarros y pedruzcos. El substrato consiste en gravas y guijarros de acarreo suavemente incrustados en arena gruesa de color gris-parduzco cer-

ca del río y de materiales algo más angulares cerca de las colinas.

Estos suelos son siempre blandos, lo suficientemente profundos para ser arados y serían fácilmente cultivables. Contienen poca materia orgánica y los subsuelos tienen un alto contenido de cal. Nunca hay alguna cementación en el material donde descansan y el agua penetra rápidamente hasta profundidades considerables. Al contrario que los suelos de la serie Ortiz, que son favorablemente permeables, estos suelos son permeables y porosos y requerirían cantidades excesivas de agua para su riego.

Los suelos de esta serie están íntimamente asociados con los de la serie Ortiz y desde la apariencia superficial pueden llamarse semejantes. Un examen de los subsuelos revela, sin embargo, que no hay nada bajo los suelos superficiales que sean de una textura más pesada que una tierra franca, mientras que, en los tipos Ortiz, las texturas prevalencientes en los subsuelos son migajones arcillosos, gravosos y arcillas gravosas.

Los tipos Rosales están relativamente muy poco extendidos. Se encuentran principalmente en las segundas vegas y tierras de mesa en el lado oriental del Valle entre San Buenaventura y la región central de Mal País y en las áreas más bajas paralelas al río. En las mesas se encuentran algunas franjas angostas que se extienden hacia abajo en ángulos rectos desde las montañas marcando aparentemente rellenos de cauces de aguas tempestuosas relativamente recientes. Las indicaciones superficiales de las corrientes son escasas, generalmente la única evidencia de que ocupan lechos de corriente recientes es la falta de intemperismo o el carácter más reciente del material en el cual descansan. Cerca del Río los suelos son más distintamente formados por depósitos de río y esto se demuestra porque las gravas del substrato son más limpias y más perfectamente redondeadas.

La topografía es favorable para el desagüe y la distribución del agua y exceptuando los suelos arenosos cerca del río donde se

presentan pequeñas dunas, se requeriría un gasto muy pequeño para su nivelación. El drenaje es excesivo, lo cual hace que se requiera una mayor cantidad de agua para su riego. Si estos suelos se llegan a regar, requerirán grandes cantidades de agua. Estos suelos, por sí mismos, no anticipan dificultades del drenaje, pero la irrigación abundante de estas tierras gravas de las mesas, produce dificultades al drenaje de las tierras de niveles más bajos.

Prácticamente, todos los tipos están bien cubiertos por pastos bien desarrollados y nutritivos. En las áreas más altas hay muchas choyas de gran tamaño, pero prácticamente ningunos arbustos. Más cerca del río las choyas, los mezquites, uña de gato, y otros arbustos espinosos están igualmente repartidos. En ningún caso tendría que hacerse un gasto considerable para desmontar.

Los suelos de la Serie Rosales según se indica en el plano del Proyecto de Santa María, tienen una adaptabilidad limitada para los cultivos. Ellos no se adaptan a la producción de maíz, pastos, trigo u otros granos pequeños y serían sólo medianamente productivos si se usaran para la alfalfa, frijol, verduras o frutas.

SERIE SANGUIJUELA.

La serie Sanguijuela se caracteriza por sus colores rojo parduzco al rojo, suelos superficiales sueltos y rojos, y subsuelos ligeramente compactos o sueltos. Hay tres tipos:

- Tierra franca Sanguijuela.
- Migajón arenoso Sanguijuela.
- Arena Sanguijuela.

Los suelos son casi siempre escasos en materia orgánica y en los tipos de textura ligera, el material superficial es fácilmente arrastrado por los vientos. Gran parte del migajón arenoso es delgado, consistiendo solamente en unos 30 cms. de migajón arenoso blando sobre migajón arenoso de color rojo y excesivamente pedregoso. Todo el perfil es suelto o muy ligeramente compacto y absorbería el agua rápidamente. En algunos

lugares el tipo está formado por 1 mt. de migajón arenoso blando, de color rojizo, sin piedras ni grava, descansando sobre un migajón arenoso excesivamente pedregoso, el cual es suelto y poroso.

El tipo arenoso está formado por una capa de 40 a 60 centímetros de arena suelta, de color rojo y de consistencia suelta de textura media o fina sobre migajón arenoso, poroso, de color rojo conteniendo cierta cantidad de piedras que alcanzan de 30 a 40 cms. de diámetro. Hay lugares donde el suelo superficial es más profundo y el subsuelo relativamente libre de rocas. Por donde quiera, sin embargo, el tipo es poroso, y aunque tiene otras condiciones favorables, sería árido, y demandaría una cantidad excesiva de agua.

El tipo FRANCA está formado por una capa de 30 a 50 cms. de tierra franca, rojiza, de estructura blanda o granular, que descansa sobre un migajón arenoso, rojo, desmoronable o ligeramente compacto, algunas veces relativamente libre de piedras y grava, pero en algunos lugares conteniendo estos materiales gruesos, en cantidades excesivas. En ningún lugar de cualquiera de los tipos fueron hallados subsuelos de una textura más pesada que la del migajón arenoso.

Los suelos de la Serie SANGUIJUELA son relativamente poco extensos, confinándose a los abanicos de aluvión en el lado oriental del Valle, exactamente al Este de la región central de Mal País. Los subsuelos son de origen aluvial habiendo sido transportados a su posición presente por aguas tormentosas, desde los declives de las montañas cercanas. Los materiales superficiales son en gran cantidad depositados por los vientos. Han sido acarreados por los vientos del Oeste, desde la extensa área de suelos arenosos y gravosos colocada en la parte más baja del Valle.

En todo el lado más bajo la topografía es plana y regular, pero con un declive distintivo del abanico. Hacia la montaña, el declive aumenta rápidamente alcanzando en la parte superior tanto como 25 mts. por ki-

lómetro. Aquí la superficie es dunosa y la arena es tan suelta, que es imposible atravesar en automóvil. El drenaje en todos estos tipos es desde bueno hasta excesivo.

La arena de estas series en parte no es irrigable debido a su textura ligera y al carácter suelto del suelo, pero más particularmente a su posición alta y en consecuencia inaccesible, y su topografía irregular o dunosa.

Los miembros franca y migajón arenoso, están formados por suelos buenos donde las piedras no están demasiado cerca de la superficie. En algunos lugares el migajón arenoso en particular es un suelo excelente, teniendo alrededor de un metro de profundidad. En tales lugares, que sin embargo son pequeños, el tipo se adaptaría bien a la alfalfa, verduras y frutas. La mayor parte del tipo es de segunda clase debido a su subsuelo pedregoso, lo cual, combinado con su textura arenosa, lo haría requerir muchísima agua.

SERIE FLORES.

Los suelos de la Serie FLORES tienen la misma apariencia superficial que los de las Series Ortiz y Rosales, siendo diferentes en el substrato. Los tipos Flores descansan sobre caliche duro y gris o sobre un conglomerado firmemente cementado.

Los suelos superficiales alcanzan de 30 a 40 cms. de profundidad estando compuestos por material bastante firme o moderadamente compacto que contiene generalmente una pequeña cantidad de grava.

Los suelos contienen poca materia orgánica y las superficies están generalmente cubiertas por una capa de 1 a 3 centímetros de arena gravosa, suelta, de color rojizo. En las áreas no desmontadas esta arena es arrastrada por los vientos, dando a los tipos una textura aparente más ligera que no tendrían después de haber sido mezclados por el cultivo. Los subsuelos que se extienden de 75 a 100 cms. de profundidad, son rojizos, ligeramente sueltos, o tierra franca ligeramente compacta o migajón arcilloso que con-

tiene cierta cantidad de grava y piedras de acarreo. El substrato que empieza generalmente a no más de 1 mt. de profundidad está compuesto por un calci-saxeum de color gris, bien cementado o por una cantidad excesiva de grava y pedruzcos fuertemente cementados que forman un conglomerado. Como regla general, tanto el caliche como el conglomerado, firmemente cementados formando una masa de apariencia rocosa seguramente bastante impenetrable al agua y las raíces.

Estos tipos están íntimamente asociados con los de las Series Ortiz y Rosales y se presentan en las mismas localidades.

La topografía es generalmente plana, con un declive uniforme hacia el río. En algunos lugares, sin embargo, especialmente sobre los abanicos, la superficie está cortada por arroyos secos que bajan de las montañas y cuando esto sucede, es suficiente para hacer los tipos inservibles para el riego. En todas partes las superficies sólo requerirían una pequeña nivelación. Sin embargo, en áreas de poca profundidad una nivelación pequeña sería suficiente para sacar a la superficie el subsuelo pedregoso o, por lo menos, para poner este material a una distancia de la superficie, no recomendable. En los lugares donde la nivelación pusiera los subsuelos pedregosos a una altura menor que la profundidad requerida por el arado, las tierras son inservibles para la irrigación.

En todos los casos los suelos de la Serie Flores, tienen buen drenaje superficial. En ninguno de los tipos está el álcali presente ni tiene indicios de aparecer. El agua penetra rápidamente a una profundidad como de un metro y como una regla general, esta parte del perfil es un medio favorable para el desarrollo de las raíces. Más abajo de esta profundidad, sin embargo, ni el agua ni las raíces parecen poder penetrar. Esta condición no es especialmente desfavorable para los cultivos de raíces superficiales, tales como los granos, pero tampoco es adaptable a las cosechas de maíz y de alfalfa, las cuales profundizan sus raíces más allá de esta profundidad. El problema más grande para la irrigación de estas tierras consiste

en el drenaje y la disposición satisfactoria del exceso de agua de irrigación. La solución de este problema es frecuentemente de la más grande importancia para las tierras de niveles más bajos que para ellas mismas, pues una vez que el agua ha llegado al lecho de saxeum, se extiende lateralmente y se derrama en la superficie de algún nivel más bajo. Naturalmente, este perjuicio podría ser evitado por la construcción de drenes de intercepción, pero tomando en consideración la adaptabilidad de tales tierras para el riego, el costo de tales drenes se cargaría propiamente en contra de las tierras que lo hacen necesario. De la misma manera que se requerirían canales de intercepción para proteger las tierras de la primera terraza, de la penetrabilidad de los otros tipos de subsuelos gravosos, se cree que donde las piedras en el subsuelo no están muy cerca de la superficie los suelos de la Serie Flores son lo suficientemente buenos para garantizar su irrigación.

Todavía ninguno de estos tipos ha sido hasta ahora cultivado. La vegetación está formada de pequeños mezquites, uña de gato y choyas muy vigorosamente desarrolladas. Adicionalmente todos los tipos son buenos para los pastos de buenas variedades. El desmonte no sería costoso.

Por lo menos tres tipos y una fase fueron reconocidos durante el trabajo preliminar.

Migajón arenoso Flores.

Franca Flores.

Franca-gravosa Flores.

Fase pedregosa de este mismo tipo. La fase pedregosa se presenta principalmente en la mesa occidental de San Buenaventura y es por completo no irrigable.

Fase pedregosa de este mismo tipo. La fase pedregosa se presenta principalmente en la mesa occidental de San Buenaventura y es por completo no irrigable.

SERIE NAVACOYAN.

Esta serie se caracteriza por sus suelos superficiales blandos, de colores gris pardo sobre subsuelos de caliche.

Los suelos superficiales consisten en una capa de 10 a 20 centímetros de materiales

blandos, de color café grisáceo claro o gris pardo, contienen poca materia orgánica y mucha cal. En los tipos más pesados, los subsuelos se extienden a una profundidad media de 60 centímetros y están formados por un migajón limo-arcilloso poco compacto, de color gris pardo, o por una arcilla que descansa sobre un extracto delgado bastante limosa o pulverulenta cuando está seca. A una profundidad media de 75 centímetros, este material se transforma en un caliche suave, gris, que se quiebra cuando está seco en una arcilla pulverulenta cuando se frota entre los dedos. Este es el carácter del material en la parte noreste del proyecto.

En las terrazas noroeste de Galeana los suelos son de textura más ligera y tienen manchas donde el caliche tiene más apariencia de sáxeum. En áreas de un tamaño considerable, el suelo está formado de unos 30 centímetros de migajón arenoso desmoronable, de color café grisáceo claro o gris parduzco que descansa sobre un calci-sáxeum gris. Estas áreas pueden generalmente distinguirse por la profusión de fragmentos de sáxeum que han sido sacados a la superficie por los animales.

Estas áreas delgadas son enteramente inservibles para la irrigación, puesto que el sáxeum es generalmente muy denso para permitir la fácil penetración, tanto del agua como de las raíces. En el plan están clasificadas como de cuarta clase.

Hay también áreas extensas en las terrazas al Oeste de Galeana, donde los suelos tienen 1 metro o más de profundidad y que son buenas para la irrigación. En grandes áreas el suelo está formado por un migajón arenoso, blando, de color gris pardo o café grisáceo pálido sobre un material muy ligeramente compacto pero permeable, que tiene la misma estructura general. Frecuentemente el subsuelo y ocasionalmente el material superficial contiene también fragmentos de sáxeum, el cual descansa, pero nunca en cantidades suficientes para estorbar el cultivo o afectar seriamente la capacidad de retención de agua del suelo. Los suelos en otras palabras, son favorablemente permeables sin

ser excesivamente porosos. El substrato está colocado más o menos a un metro de profundidad y consiste en un caliche gris. Este varía considerablemente en dureza, siendo en algunos lugares suave y permeable y en otros un sáxeum bien formado. En el último caso, sin embargo, se encuentra a una profundidad suficiente para dejar un amplio lugar para el desarrollo de las raíces y una capacidad de almacenamiento de agua favorable.

La Serie Navacoyán se encuentra bastante extendida. Las mayores áreas se encuentran en las terrazas al Oeste y al Noroeste de Galeana, y en las terrazas y abanicos al pie de las colinas en la parte Noreste del proyecto. En este lugar la topografía parece ser completamente nivelada, pero hay una caída uniforme hacia el Noreste o sea la parte baja del Valle. En la parte Noreste del Proyecto, existe una pendiente hacia el Oeste, la cual es más pronunciada. En todos los casos hay una caída suficiente para asegurar el desagüe adecuado y no parece que el drenaje se transforme en un problema en esas áreas, las cuales han sido clasificadas como buenas para ser irrigadas. Los suelos no contienen álcali y parece que permanecerán así si no son inundados.

En el lado Oeste del Valle la vegetación está compuesta principalmente por mezquites pequeños y hojásen con manchas abiertas bastante grandes, cubiertas de pasto. En la parte Noreste del Proyecto, el hojásen es el único arbusto que hay en estos suelos y sólo hay un poco de pasto.

Donde los tipos tienen una profundidad suficiente, como sucede en áreas extensas, en la mesa Oeste y Noroeste de Galeana son bien adaptables para la irrigación. Sus suelos superficiales, blandos, y desmoronables, serían fácilmente cultivables, pues su textura es buena para el crecimiento de la alfalfa, frijol, chile y verduras. Debido a la presencia del caliche en los subsuelos, los mejores de ellos han sido levantados como de segunda clase no obstante que la presencia del caliche, de ninguna manera los indisponen para la irrigación.

SERIE SAN PEDRO.

La serie San Pedro comprende suelos superficiales de 40 a 50 cms. de profundidad, blandos, color moreno o moreno opaco que descansan sobre subsuelos muy ligeramente compactos y de colores semejantes de uno a dos metros de profundidad. En algunos lugares puede notarse un pequeño cambio en el perfil hasta dos metros o más de la superficie. Los subsuelos típicos no tienen una textura materialmente pesada, ni son más compactos que los suelos superficiales, puesto que sólo ha habido un pequeño intemperismo o modificación del material desde que éste fué depositado. Exceptuando los tipos de superficie gravosa, la grava no es un factor común en los subsuelos, aunque pudieran encontrarse probablemente a una profundidad de unos 2 mts. Exceptuando los tipos más arenosos, en su estado natural están bien provistos de materia orgánica, pero muchos de los campos de antiguo cultivados, se han vuelto escasos en esta materia. Sin embargo, todos los suelos, hasta los tipos de texturas más pesadas, son siempre desmoronables, de estructura granular y fáciles de cultivar. Absorben fácilmente el agua y son bastante retentivos cuando regados, aunque contienen cal, nunca hay trazas visibles de carbonato de cal en el perfil. En otras palabras, estos suelos no han sido intemperizados, ni infiltrados y sólo muy ligeramente modificados desde que fueron depositados. Los tipos individuales varían bastante en color, desde el moreno grisáceo en los materiales de textura ligera donde hay una predominancia de granos grises de cuarzo y muy pequeña cantidad de materia orgánica, hasta el negro opaco con sombras café en los tipos que contienen mucha arcilla.

Los suelos de la Serie San Pedro se encierran en una faja de una anchura de unos kilómetros como promedio a lo largo del Río Santa María. Aunque ocupan el primer fondo no han sido inundados puesto que su elevación es como un metro superior a la del canal de la corriente. En la mayoría de los casos tienen un desagüe y drenaje excelentes, con excepción solamente de aquellas fa-

jas muy angostas atrás del río en la base de los declives de las terrazas. Exceptuando estos últimos lugares que son siempre pequeños, los suelos no contienen álcali.

Aunque en las actuales condiciones los suelos de Santa María están drenados de una manera satisfactoria, es probable que cuando las tierras de la meseta sean irrigadas, estas áreas más bajas sean afectadas por las infiltraciones al menos que se tome alguna precaución para protegerlas. El declive que cruza las tierras bajas, está lejos del río y se dirige hacia las fajas angostas y mal drenadas que están en la base de las terrazas.

Los suelos de la Serie San Pedro son recientes, de origen aluvial y deben su formación a los depósitos recientes tridos en el Río Santa María durante los periodos de corriente. Se componen de distintos materiales entre los cuales predominan el cuarzo y algunas otras rocas volcánicas.

La topografía es suficientemente plana para no requerir sino una ligera nivelación. De hecho una gran parte de los suelos en la parte superior del Valle están ya regados. En la parte restante hay un crecimiento bastante escaso de arbustos de tamaño pequeño principalmente mezquites, uñas de gato, y otros arbustos espinosos, en cambio, cerca del Río, hay muchos árboles de gran tamaño.

Todos los cultivos que se desarrollan dentro del Valle, se producen en estos suelos, contándose el trigo, maíz, alfalfa, frijol, chile, frutas y toda clase de verduras. Aunque los dos primeros se encuentran en los tipos más arenosos y tales suelos no son recomendablest para esos cultivos; pudieran ser usados con mayores ventajas en la producción de frijol, alfalfa y donde los mercados están al alcance, algunas frutas y hortalizas. Los tipos de textura más pesada se adaptan bien a la producción de los cultivos principales de la región, como el maíz, granos pequeños, alfalfa, etc. Con excepción de aquellos que han sido cultivados por largo tiempo sin rotación, todos son muy productivos. Prácticamente en todos los casos se han colocado en la clase (1) y son muy susceptibles de un desarrollo adicional valioso.

SERIE COX.

Los suelos superficiales de la serie Cox están formados por un material compacto, granular, de color oscuro, del moreno al negro, con una profundidad media de 30 centímetros. Están bien dotados de materia orgánica y tiene texturas pesadas, son bastante blandos y desmoronables. Los subsuelos alcanzan desde 60 centímetros hasta un metro setenta y cinco de profundidad son negros, compactos, de arcilla de estructura de adobe. Este material aunque es adhesivo y plástico cuando húmedo, es granular y fácilmente quebradizo en partículas pequeñas cuando está seco. Absorbe fácilmente el agua y es un medio favorable para el desarrollo de las raíces. Descansa sobre un migajón arcilloso, calizo, color de rosa o color chocolate claro y aveces descansa sobre arcilla más granular que la de los horizontes superiores. En algunos lugares estos horizontes contienen grava o guijarros cubiertos de cal.

Cerca de las márgenes bajas de la terraza donde los suelos se inclinan hacia los suelos de las ciénegas, el material negro ha sido erosionado hasta unos 50 ó 60 centímetros de profundidad. Aquí el subsuelo es ligeramente coloreado debido a la gran cantidad de cal. También aparece tener una gran cantidad de grava y guijarros en el substrato.

Aunque estos suelos son relativamente de pequeña extensión, son de alguna importancia. La extensión más notable tiene unas 600 hectáreas, está situada en la mesa Oeste de la Ciénega Horcones. Se encuentran otras áreas en Tierras Nuevas y en algunos otros lugares de la parte Noroeste de la mesa.

Todas las áreas en la mesa tienen una topografía excelente, así como un buen desagüe. El drenaje es sólo regular debido a la textura pesada del subsuelo. Las áreas en los alrededores de Tierras Nuevas están en las vegas del río y son bastante planas. Están mal drenadas y en algunos lugares contienen álcali. Sin embargo, recientemente han sido sujetadas al riego y se dice que producen cosechas satisfactorias. Donde los sue-

los están mal drenados y donde parece que habría un drenaje malo cuando se irrigara, los suelos, probablemente, serían bastante difíciles de drenar.

Las áreas más bajas están cubiertas con mezquites, uña de gato, y otros arbustos, así como de pasto bien desarrollado. Las áreas de mesa están enteramente desnudas de arbustos y tienen un pasto excelente y bien desarrollado. Debido a su textura pesada, estos suelos serían bastante difíciles de trabajar pero no más que un suelo de estructura pesada. Realmente, en la mesa, la estructura granular es un factor valioso que debiera de hacerlos más fáciles de trabajar que el promedio de los suelos de textura semejante.

Estas tierras tienen un límite en su adaptabilidad a las cosechas debido a las texturas pesadas, pero son para el trigo y el maíz de las mejores que se puedan encontrar en el Proyecto. Esto se aplica especialmente a las áreas de la mesa. Los lugares cerca de Tierras Nuevas contienen muchísimas manchas de álcali y están muy mal drenadas para ser de primera clase. Las áreas de la mesa están clasificadas como de segunda clase debido a las texturas pesadas y su adaptabilidad limitada a ciertos cultivos. Prácticamente todos tienen un buen valor para la irrigación en vista de que no es muy costoso hacer pasar por ellos los canales.

SERIE MARINEÑA.

Los suelos de la serie Marineña son oscuros de color, con subsuelos superiores también oscuros y subsuelos gris claro de textura pesada que contienen guijarros y grava recubiertos de cal.

Los suelos superficiales están compuestos por materiales moderadamente compactos, de color moreno y moreno oscuro, con una relativa gran cantidad de materia orgánica hasta una profundidad media de unos 60 cms. Los subsuelos se extienden hasta 100 ó 150 cms. y a veces más en profundidad y están formados por guijarros y grava

de acarreo de color gris, revestidas de cal incrustadas firmemente dentro de un migajón arcilloso altamente calcáreo, compacto, gris o a veces en arcilla. El substrato se compone de grava revestida de cal incrustada con menos fuerza dentro de materiales de textura ligera.

Tal es el carácter de los suelos en los alrededores de la Ciénega Marineña. En los alrededores de Carbajaleño al sur de la Ciénega de Horcones, el suelo superficial está formado por una capa de 15 a 20 cms. de un material café obscuro, moderadamente compacto, generalmente con una superficie delgada de grava de colores rojizo o pardo. El subsuelo superior es variado, pero generalmente está formado por una arcilla de estructura de adobe, compacta, de textura pesada y de color negro. El substrato es una arcilla calcárea de color gris claro o arcilla gravosa con un tinte verduzco. En algunos lugares la arcilla negra está ausente y el suelo superficial que es de color café claro, descansa directamente sobre la arcilla de color gris verdoso claro.

Estos suelos principalmente se presentan en los alrededores de las ciénegas y generalmente no son de gran extensión. Las áreas más grandes se encuentran, tanto un poco arriba, como un poco abajo del declive de la terraza de la mesa en los alrededores de Carbajaleño. Otras áreas se encuentran en el límite sur de la Ciénega Marineña. Como regla general ocupan una posición intermedia entre las tierras de declive y las partes más bajas de la Ciénega. La superficie es casi plana, aunque hay una pequeña caída en dirección de las ciénegas. Esta es, con frecuencia, insuficiente para obtener un desagüe satisfactorio, aunque las márgenes exteriores de los tipos están, por lo general, bien desaguados. En las áreas más bajas las aguas freáticas son siempre altas aun en el estiage, debido a su muy pequeña elevación sobre las partes inundadas de las ciénegas. En la parte más grande de la serie, al Este del Valle, el agua freática se encuentra a una superficie entre 50 y 200 cms. abajo, estando en las partes más bajas a unos 30 cms. de la superficie. Algunas de

estas áreas se dice que se inundan durante la estación de lluvias. En el lado Oeste, el agua freática se encuentra a una profundidad más favorable, pero en estos lugares, tanto el desagüe como el drenaje son malos.

Las áreas más bajas sostienen pequeños mezquites vigorosamente desarrollados, uña de gato y otros arbustos espinosos de 2 a 4 mts. de alto, así como un pasto bastante bien desarrollado. Las áreas más altas son menos montuosas, la vegetación consiste principalmente en pequeños mezquites diseminados.

Las partes más bajas contienen cantidades perjudiciales de álcali. En todas partes los suelos serían bastante buenos para la producción de trigo, maíz, pasturas, etc., pero el costo de drenaje hace incosteable su bonificación. En el caso de los tipos al Este del río, éstos están limitados hacia el Norte, por tierras de ciénega, las cuales no cabe duda que son inadaptables para la irrigación. Por el Sur están limitados por grandes áreas de tipos de subsuelo gravoso, los cuales, seguramente producirían mucha agua de infiltración para las partes más bajas cuando se les irrigara. Estas áreas bajas con un agua freática muy alta serían inundadas a menos que se hiciera una canalización considerable para protegerlas. Sin embargo, no parece que paguen el costo de su recuperación. Donde hay álcali presente, los terrenos están levantados como de cuarta clase, inadaptables a la irrigación. En todas partes predomina la primera clase debido al carácter compacto del suelo y del subsuelo y a las condiciones malas de drenaje.

SERIE GALEANA.

Los suelos de la serie Galeana se diferencian de los de la Serie Marineña por su color pálido, su bajo contenido de materias orgánicas y generalmente por su alto contenido de álcali. Se diferencian de la Serie Horcones en que tiene subsuelos gravosos.

Los suelos superficiales están formados por un material moderadamente compacto, del color gris café-claro, al gris claro y de 15 a 30 cms. de espesor, ricos en cal y po-

bres en materia orgánica. Frecuentemente la superficie tiene una apariencia esponjosa, dura. En donde quiera se encuentra una superficie suelta, debido a la gran cantidad de sales solubles que contiene. Generalmente tiene un depósito delgado de grava de color café rojizo o café. Los subsuelos se extienden de 1 a 2 mts. y a veces más de profundidad, están formados por una arcilla moderadamente compacta de textura pesada y de color gris claro que contienen una gran cantidad de guijarros y gravas de acarreo recubiertos de cal. Este material es altamente calcáreo y generalmente contiene álcali. El substrato es de color claro, de un material gravoso de textura ligera, muy rico en cal.

Los caminos que pasan a través de estos suelos son de color gris claro o blanquizco, cuando están secos. El polvo ligero que levantan los vehículos es arrastrado por los vientos dejando los caminos más abajo del nivel de las tierras vecinas.

La Serie Galeana es una de las más extensas en el Valle de Santa María. Ocupa grandes extensiones en las ciénegas de Marineñas, Galeana y Horcones, así como una gran proporción de los plantíos al norte de la Ciudad de Galeana. La topografía es plana, o por lo menos así lo parece aunque prácticamente hay una pequeña caída hacia el río o sea hacia el Norte. En algunos lugares como el Este y al Oeste del Mal País Angostura, la tierra es más baja que en cualquiera otra parte. No hay salidas adecuadas para el drenaje y la tierra se inunda durante todo el año. Rodeando estas áreas bajas, hay agua freática alta a una profundidad de dos metros o más de la superficie. Hay áreas bastante extensas donde el agua se mantiene sobre la superficie durante toda la estación de lluvias puesto que, la inclinación es inadecuada para el drenaje superficial, de la misma manera los subsuelos compactos de textura pesada, retardan el movimiento del agua hacia abajo. También las áreas mejor drenadas permanecen empantanadas por algún tiempo después de haber sido bien humedecidas por las lluvias pro-

longadas del verano, haciéndolas frías e improductivas.

Ninguno de los suelos de Galeana está cultivado, pero se usan de una manera considerable para el pasteo de los ganados. Típicamente los suelos están desnudos de árboles o arbustos, pero bien cubiertos de pasto. En algunas partes de los tipos, la vegetación es casi toda pasto de laguna o hierbas resistentes al álcali de poco valor como pasturas. Gran parte de la Serie, sin embargo, está bien cubierta con pastos nutritivos además de las manchas de pasto de laguna, lo cual da a éstas áreas un valor considerable para el pasteo.

Los suelos de Galeana están mal adaptados a los cultivos. A causa de las malas condiciones de drenaje se han endurecido y puesto compactos en la superficie y serían muy difíciles de cultivar. El drenaje sería caro, puesto que la caída es muy ligera y los subsuelos son relativamente impermeables. Una gran parte de las áreas están tan fuertemente cargada de álcali, que es improbable el desarrollo de cultivos y donde el carbonato de sodio (álcali negro) se halla presente, como sucede generalmente en áreas extensas, la no-adaptabilidad de esos terrenos de clase (4) se debe a su mal drenaje, suelo pobre y álcali.

SERIE HORCONES.

Los suelos de la Serie Horcones se diferencian de los de Galeana en que tienen una cantidad mucho menor de grava en el subsuelo y también en que contienen caliche a más bajas profundidades.

Los tipos se caracterizan por el color gris claro o gris pardo de sus suelos superficiales que son calcáreos, pobres en materia orgánica y frecuentemente conteniendo excesivas cantidades de álcali. En los tipos de textura más ligera, la estructura es blanda o granular, pero en los tipos de arcilla y migajón arcilloso, la estructura es relativamente compacta. La profundidad varía considerablemente. En el tipo Franco tiene un promedio de 30 cms. que es donde em-

pieza a ponerse un poco más compacto. En el migajón arenoso fino alcanza de 50 a 60 centímetros y los suelos superficiales de arcilla frecuentemente se extienden hasta 75 cms. sin cambios notables. Estos últimos tipos el subsuelo está formado por arcilla calcárea, compacta, de color gris claro, descansando en un caliche muy suave, a una profundidad de dos metros. En los tipos de textura más ligera, los subsuelos son grises, de arcilla calcárea, descansando sobre arcilla compacta de apariencia calcárea y de color blanco a 75 u 80 cms. Este material es duro y quebradizo cuando está seco y si se frota entre los dedos da una sensación peculiar como la que da el carbón animal. Aunque tiene apariencia de arcilla cuando está húmedo, aparece más bien caliche suave cuando está seco. Sin embargo, absorbe la humedad fácilmente y las raíces no tienen dificultad para penetrarle.

Típicamente todo el perfil de estos tipos de suelos, carece de grava, la cual aparece en cantidades variables donde estos tipos cambian a los de la Serie Galeana.

Los suelos de estas dos Series están íntimamente mezclados a través de todas las ciénegas y áreas planas al Este y al Norte de Galeana. Son aparentemente de la misma extensión y ocupan juntos una gran parte de la mitad Norte del Proyecto. Ocupan las mismas elevaciones relativamente bajas, tienen las mismas condiciones pobres de drenaje y álcali y no pueden distinguirse en el campo sin una observación de los subsuelos. Los tipos están enteramente desnudos de árboles y arbustos. Donde el álcali es fuerte y esta condición existe sobre una gran parte de los tipos el pasto de laguna prevalece, pero hay suficiente cantidad de pastos de buena calidad que hacen los suelos buenos para pascos en las estaciones de invierno y para primavera. No son adaptables a los cultivos, debido principalmente al álcali y el costo de drenaje junto con el carácter interior del suelo, son factores importantes en su contra. Una gran proporción de esta Serie, sin embargo, está levantada como de clase (4) o inadecuada para la irrigación.

SERIE VEGA.

El factor principal que caracteriza los suelos de la Serie Vega, es la presencia en el subsuelo, de un lecho de arcilla de estructura de adobe, compacta, de color gris oscuro.

Los suelos superficiales están formados por un material moderadamente compacto, de color café y de unos 15 centímetros de espesor, cubierto generalmente por una capa delgada de grava y piedras de acarreo de color café. Los subsuelos que tienen una profundidad de 15 a 50 cms., están formados por una arcilla de estructura de adobe, compacta, de color café. Desde esta profundidad hasta 1 ó 1.50 mts., los subsuelos están compuestos por una arcilla de textura pesada compacta, de color azulado oscuro. Como los horizontes superiores este material es generalmente de estructura de adobe, pero algunas veces contiene algunas piedras y grava las cuales pueden ayudar algo para mejorar su estructura compacta. En algunos lugares, como al pie de las terrazas que separan el Valle de la mesa Oeste, el horizonte de arcilla café del subsuelo se pierde y el suelo superficial descansa directamente a 15 cms. de profundidad sobre arcilla gris azulado oscuro. Aquí, el horizonte de arcilla, contiene algunas piedras y grava pequeñas. Cuando está seco este material es casi negro, excesivamente adhesivo y plástico, continúa hasta cerca de un metro en profundidad donde descansa sobre un substrato de guijarros y grava revestidos de cal, compactos, incrustados en un migajón arcilloso que contiene una pequeña cantidad de arena gruesa.

La serie tiene una pequeña extensión y se limita a las áreas bajas y planas al pie de las Tierras de Mal País o bajo las terrazas. El área más prominente ocupa una faja angosta que comienza 7 kilómetros al Noroeste de San Buenaventura y se extiende en esa dirección 5 kilómetros cerca del pie de la terraza. Esta área, angosta como es, no es continua, porque en algunos lugares tiene enterrados a cierta profundidad, materiales gruesos deslavados de la mesa más

alta. Otra área de 1.5 kms. de largo y 1 kilómetro de ancho se encuentra en el Valle en el extremo Sur de la Región central de Mal País.

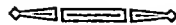
En todos los casos la topografía es plana. El área Noroeste de San Buenaventura está atravesada por una corriente intermitente en la cual se forman charcos que permanecen todo el año. Debido a la topografía plana del desagüe es inadecuado, asimismo los subsuelos compactos y pesados, evitan el paso del agua hacia abajo, ocasionando la elevación del nivel del agua freática en la mayor parte de los tipos. Los suelos no contienen cantidades de álcali peligrosas. Aunque probablemente puede obtenerse suficiente caída para el drenaje hacia el Norte, esta área tiene una elevación constante de 1 a 5 mts. bajo el nivel del punto más cercano del río, el cual está de 3 a 5 kms. al Este. El

drenaje sería bastante costoso. La vegetación consiste en montes espesos de mezquites pequeños y uña de gato.

Ninguna de las Series está cultivada. Los vecinos del lugar lo consideran como un suelo pobre debido a las presentes condiciones malas de drenaje y a las dificultades que probablemente se tendrían trabajando este suelo compacto. Si estuvieran propiamente drenados, estos suelos serían bastante buenos para adaptar los cultivos de granos pequeños y de maíz, pero no se podrían adaptar otros muchos cultivos. Tiene, sin embargo, un alto valor potencial como forraje de riego.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. E. KOCHER.



LAS SERIES EN EL PROYECTO DEL RIO CONCHOS

por el
Agr. A. E. Kocher,
del

Depto. Agronómico de la Com. N. de
Irrigación.

SERIE DOLORES.

La serie Dolores tiene las siguientes características: suelos superficiales, compactos, color chocolate. La superficie inmediata la forman suelos grisáceos o algo color de rosa; subsuelos y substratos compactos, color chocolate o purpurino.

Frecuentemente se encuentran suelos altamente alcalinos. Lechos de lago de topografía plana, desagüe regular y drenaje malo, debido a la compacidad del subsuelo.

Vegetación: mezquite, gobernadora y uña de gato.

Tipos: Arcilla Dolores.

Migajón Arcilloso Dolores.

Arcilla-Gravosa Dolores.

Migajón Arcillo-gravoso Dolores.

SERIE BACHIMBA.

La Serie Bachimba tiene las siguientes características: colores moreno claro al moreno grisáceo, suelos superficiales, moderadamente compactos, colores moreno, claro y rosado, subsuelos ligeramente compactos, cambiando a diferentes profundidades entre colores chocolate y purpurino; arcilla compacta conteniendo frecuentemente gránulos de cal.

Estos tipos representan los materiales de arrastre depositados sobre lechos lacustres arcillosos. Generalmente de textura gruesa y frecuentemente conteniendo grava.

Topografía: declives, a veces formando

abanico, ocasionalmente cortados por arroyos secos.

Vegetación: mezquite y gobernadora principalmente.

Tipos: migajón arcilloso-gravoso Bachimba.

franca Bachimba.

SERIE SNYMAN.

La serie Snyman tiene las siguientes características: colores moreno claro al moreno grisáceo, suelos superficiales de estructura algo suelta, desde el moreno claro hasta el moreno grisáceo, subsuelos algo compactos, descansando sobre calci-saxeum o conglomerados calcáreos.

Origen: tierra de meseta.

Topografía: generalmente plana.

Drenaje: superficial, bueno; del subsuelo, malo.

Vegetación: mezquite y gobernadora.

Tipos: Franca gravosa Snyman.

Migajón arcilloso-gravoso Snyman.

Migajón arenoso-gravoso Snyman.

SERIE ARMENDARIZ.

La serie Armendáriz tiene las siguientes características: colores del moreno vivo al rojizo, suelos superficiales suaves de los mismos colores y semejante estructura; subsuelos descansando sobre caliche gris o sobre calci-saxeum. En algunos lugares el suelo superficial ha sido removido por el viento.

Topografía: desde plana hasta mesas ligeramente escabrosas.

Drenaje: superficial, bueno; del subsuelo, malo.

Vegetación: principalmente gobernadora, mezquite, algo de uña de gato y manchas de zacate.

Tipos: Migajón arenoso-gravoso. Armendáriz.

Franca-gravosa Armendáriz.
Franca Armendáriz.

SERIE DELICIAS.

La serie Delicias tiene las siguientes características: colores del moreno vivo al moreno rojizo, suelos superficiales sueltos y de los mismos colores, subsuelos ligeramente compactos variando entre el gris o el gris rosado; substrato altamente calcáreo, variando en textura desde la franca pesada a la arcilla. Los suelos superficiales de estos tipos se encuentran frecuentemente removidos por el viento.

Topografía: desde plana a ligeramente dunosa.

Drenaje: superficial, bueno; del subsuelo, bueno.

Vegetación: gobernadora, mezquites y algunas manchas de zacate de buena calidad.

Tipos: Migajón arenoso Delicias.
Arena Delicias.

SERIE ROSALES.

La serie Rosales tiene las siguientes características: suelos superficiales blandos de color moreno vivo hasta moreno rojizo, subsuelos blandos o ligeramente más compactos y de colores semejantes sobre substrata suelta y permeable mostrando algunas veces la presencia de cal. Hasta profundidades desconocidas el material es excesivamente gravoso y no se encuentra debajo de la superficie, nada de una textura más pesada que la franca. Perfil poroso y permeable.

Topografía: plana, ligeramente inclinada o en forma de abanico, la superficie está a veces cortada por arroyos secos.

Drenaje: bueno, tanto en la superficie como en el subsuelo.

Vegetación: gobernadora, mezquite, uña de gato y algunas manchas de zacate. También largoncillo y granjeno.

Tipos: Migajón arenoso-gravoso Rosales.

Migajón arenoso Rosales.

SERIE ORTIZ.

La serie Ortiz tiene las siguientes características: suelos superficiales moderada o firmemente estructurados, de colores moreno, moreno claro y algunas veces moreno rojizo descansando sobre material excesivamente gravoso, compacto y de color moreno rojizo, el cual descansa sobre arcilla roja, franca o arcilla. El substrato es generalmente poco coloreado y a veces de textura algo ligera. La característica principal de esta serie es la textura pesada y el color rojo del material sobre el cual descansan los subsuelos gravosos. A este respecto se diferencia de la Loreto, la cual es ligeramente coloreada y con subsuelos de textura ligera.

Topografía: plana.

Drenaje: superficial, regular o bueno; del subsuelo, bueno.

Vegetación: mezquite, gobernadora, algo de uña de gato con algunas manchas de pasto.

Tipos: Migajón arcilloso Ortiz.

Franca gravosa Ortiz.

Migajón arcilloso-gravoso Ortiz.

SERIE LORETO.

La serie Loreto tiene las siguientes características: suelos superficiales ligeramente compactos, del moreno claro al moreno grisáceo, sobre subsuelos blandos color moreno al moreno claro, los cuales descansan so-

bre un substrato excesivamente gravoso de estructura suelta y de los mismos colores. Esta serie se caracteriza por sus colores moreno claro o moreno grisáceo en lugar del rojo y la presencia de cal a través de los subsuelos y el substrato. Sin embargo, el perfil es típicamente no-compacto y permeable. Los suelos que ocupan el segundo banco río arriba tienen una topografía plana y son desde bien hasta excesivamente drenados.

Vegetación: mezquite, gobernadora, uña de gato, granjeno y algunas manchas de pasto.

Tipos: Franca Loreto.

Franca-gravosa Loreto.

Migajón arcilloso-gravoso Loreto.

Migajón arcilloso Loreto.

SERIE CIENEGA.

La serie Ciénega tiene las siguientes características: tierra superficial pulverulenta, de colores moreno claro o gris, altamente alcalina en general. Desde dos o tres centímetros de profundidad el suelo es moreno claro blando y altamente alcalino en general. Los subsuelos superiores, desde los 35 ó 40 cms. de profundidad están formados por un material pesado, compacto y color gris claro, el cual descansa en un substrato formado por una arcilla compacta altamente cálcica de color gris claro o gris rosáceo. La estructura de los suelos superficiales varía con el contenido de álcali. En algunos lugares ha sido defloculada en polvo suelto hasta una profundidad de 2 ó 3 cms. y en otros lugares este polvo sirve de lecho a una costra de álcali de 1 ó 2 cms. de espesor.

Topografía: baja, ciénega plana.

Drenaje: malo en la superficie y en el subsuelo.

Vegetación: despoblado de árboles. Zacatón y pasto de laguna.

Tipos: Arcilla Ciénega.

Franca Ciénega.

Migajón arcilloso Ciénega.

SERIE GONZALEZ.

La serie González tiene las siguientes características: suelos superficiales de colores ligeramente gris, gris cenizo, amarillo olivo, gamuza o moreno amarillento; material compacto pero granular conteniendo una buena cantidad de materia orgánica y otras buena cantidad de cal. Este material es algunas veces pulverulento cuando seco y tiene la tendencia a quebrarse. Una vez quebrado tiende a tomar la estructura de adobe fino. Los subsuelos son color moreno al moreno oscuro, material de textura pesada compacta altamente calizos en general. El substrato es color moreno, moreno chocolate o algunas veces amarillento o rosáceo, duro, de arcillo-compactum conteniendo gránulos de cal.

Drenaje: superficial, malo; del subsuelo, malo.

Vegetación: principalmente zacate tobozo.

Tipos: Migajón Arcilloso González.

Arcilla González.

SERIE CUADRA.

La serie Cuadra tiene las siguientes características: suelos superficiales blandos de colores moreno o moreno grisáceo, subsuelos ligeramente más compactos y de colores semejantes. Substrato con las mismas características. En algunos lugares hay una costra de 3/4 de cms. de grueso sobre material pulverulento defloculado que se extiende de 1.5 a 2 cms. de profundidad. En algunos lugares la estructura es algo más compacta y algo columnar, pero los suelos son típicamente blandos y permeables de 2 ó más mts. de profundidad.

Origen: aluvial reciente, limitado por arroyos secos y áreas de abanicos donde se juntan con los fondos de los ríos.

Topografía: plana o algo quebrada. Los

suelos están cruzados por arroyos secos los cuales han penetrado bastante en profundidad. En algunos lugares el material superficial ha sido removido por el viento formando una topografía dunosa.

Drenaje: superficial y del subsuelo, buenos.

Vegetación: mezquite, gobernadora con muy poco zacate.

Tipos: Franca Cuadra.

Migajón arenoso Cuadra.

SERIE SAN PEDRO.

La serie San Pedro tiene las siguientes características: suelos y subsuelos blandos de color moreno, moreno claro y moreno opaco que descansan sobre un substrato permeable. Todo el perfil es permeable. Generalmente la grava no está presente en el perfil hasta los dos metros de profundidad, aunque puede presentarse en los substratos profundos. Generalmente estos suelos están bien provistos de materia orgánica y aunque contienen suficiente cal para los uscs agrícolas no hay compacidad en ninguna parte del perfil. Estos suelos son exactamente de origen aluvial reciente, habiendo sido depositados por las avenidas de los Ríos Conchos y San Pedro.

Generalmente los drenajes superficial y del subsuelo, son buenos, aunque hay algunas áreas que necesitan drenaje artificial. En tales áreas hay generalmente álcali presente, aunque la mayor cantidad de los tipos no contienen cantidades perjudiciales de cal.

Vegetación: mezquite, uña de gato, álamos y arbustos espinosos en cantidad.

Una gran cantidad de tipos están regados.

Tipos: Migajón arenoso San Pedro.

Migajón arenoso fino San Pedro.

Migajón Arenoso muy fino San Pedro.

Franca Gravosa San Pedro.

Migajón Limoso San Pedro.

Migajón arcilloso San Pedro.

SERIE CONCHOS.

La serie Conchos tiene las siguientes características: suelos superficiales de colores moreno, moreno opaco y moreno claro, subsuelos de textura más pesada ligeramente compactos o compactos y de los mismos colores. El substrato es variable pero generalmente de textura pesada y ligeramente compacto. Estos suelos están bien provistos de materia orgánica.

Topografía: plana.

Drenaje: exceptuando pequeñas depresiones el drenaje es bueno. En algunos lugares se nota la presencia de álcali, pero aparentemente no es un serio factor del tipo.

Vegetación: mezquite, uña de gato y otros arbustos espinosos; álamos cerca de los ríos. Gran parte de estos suelos están desmontados e irrigados. Los cultivos principales son el trigo y el maíz.

Tipos: Migajón arcilloso limoso Conchos.

Migajón arcilloso Conchos.

Franca Conchos.

Migajón limoso Conchos.

SERIE MEOQUI.

La serie Meoqui tiene las siguientes características: suelos superficiales blandos de colores moreno, moreno opaco o claro, estando bien provistos de materia orgánica y que descansan sobre subsuelos gravosos, generalmente incrustados entre material de textura fina. El substrato a veces es gravoso y a veces formado por material de textura ligera relativamente libre de grava. La característica principal de esta serie es la soltura del perfil y la presencia constante de grava abajo de la superficie. Estos suelos son de origen aluvial reciente y deben su formación a las avenidas de los Ríos Conchos y San Pedro.

El drenaje típico es desde bueno hasta excesivo aunque hay algunas áreas sin salida, las cuales han sido afectadas por el álcali.

Topografía: plana y favorable a la irrigación.

Vegetación: mezquite y otros arbustos espinosos; álamos en las riberas de los ríos. Una gran parte de estos suelos están irrigados.

Tipos: Franca gravosa Meoqui.

Migajón Limoso Meoqui.

Migajón arcilloso Meoqui.

Migajón Arcillo-limoso Meoqui

TIERRAS PEDREGOSAS Y "QUEBRADAS".

Estas tierras están compuestas por extensiones muy empinadas las cuales son muy pedregosas para ser cultivadas.

LECHOS.

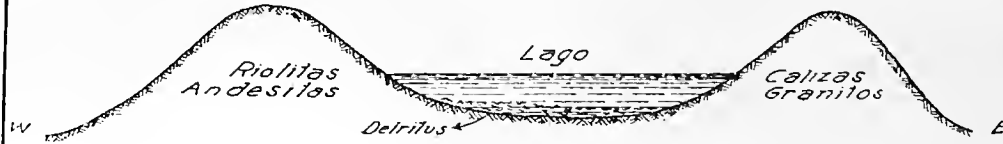
Estos lechos están compuestos por extensiones bajas gravosas y pedregosas inundadas por las corrientes. Son enteramente inadecuadas para la agricultura puesto que periódicamente son inundados por las avenidas.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

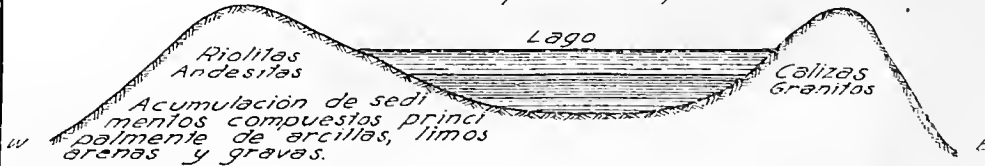
A. E. Kocher.



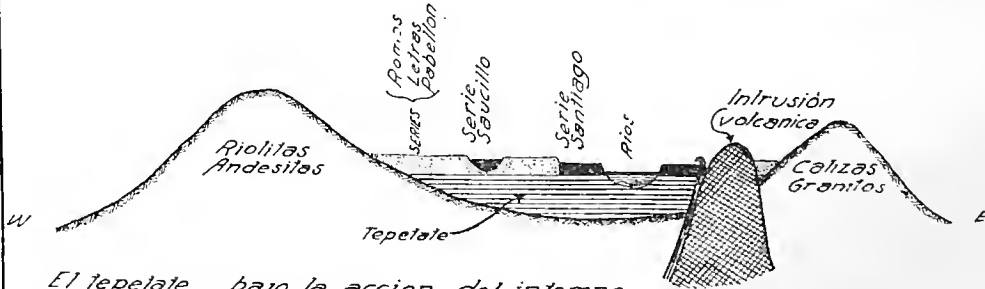
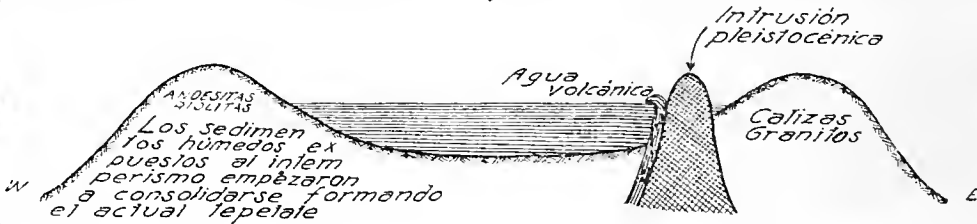
El valle en el periodo plioceno



El valle del plioceno al pleistoceno



El valle en el pleistoceno



El tepetate bajo la acción del intemperismo forma junto con los acarreos más recientes los suelos actuales de las tres series que se indican. Los sedimentos de los ríos depositados durante los desbordamientos formaron los suelos de las vegas o serie Santiago. La serie Saucillo fue formada por el rellanamiento con material fino de pequeñas depresiones.

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION
DEPARTAMENTO AGRONOMICO

PROYECTO DE SANTIAGO AGS

Croquis que muestra la sucesion probable de las etapas de formación de las series de suelos.

HOJA

Chapultepec DF V 28 N°



ORIGEN DE LOS SUELOS DEL PROYECTO DE SANTIAGO, AGUASCALIENTES

por el
Ing. Antonio Rodríguez L.
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac.
de Irrigación.

El estudio de la región desde la ciudad de Aguascalientes hasta San Pedro Piedra Gorda nos lleva a la hipótesis con relación al origen geológico de los suelos de este Proyecto. La formación del Oeste del valle donde se encuentra el Proyecto es en gran parte andesítica y riolítica encontrándose hacia el Este rocas graníticas y calizas. Se presenta un croquis que demuestra el desarrollo probable del valle desde el plioceno hasta nuestros días y la sucesión probable de fases en la formación de las distintas series de suelos del Proyecto. La figura 1 muestra el valle al principio del plioceno. La depresión que constituye el valle actual estaba entonces llena de agua formando un lago. Los detritus de las rocas que se encontraban a los dos lados del valle empezaron a acumularse en el fondo durante este período. La figura 2 muestra el valle durante el período comprendido del plioceno al pleistoceno. Los detritus arriba mencionados continuaron acumulándose en el lago. Bajo las fuerzas del intemperismo estos sedimentos empezaron a desintegrarse en los siguientes materiales: Arcillas y limos provenientes de la descomposición de los feldespatos, cal de la disolución de las calizas preexistentes y gravas y arenas de los granitos y andesitas. La figura 3 muestra el valle en el período pleistoceno. Una intrusión volcánica tuvo lugar pro-

bablemente en este período. Las colinas formadas por esta intrusión pueden observarse en el lado del Este del valle. Con la ruptura de la corteza vino la aparición de aguas volcánicas encontrándose algunos manantiales de aguas termales en Saucillo y Ojo Caliente. Parte de esta agua se filtra por entre el tepetate actual. Durante este período se acumuló nuevo material consistente en tobas originadas por las erupciones volcánicas.

Los sedimentos que azolvieron el lago, expuestos al intemperismo empezaron a consolidarse formando un material semejante a la roca que se llama tepetate.

La figura 4 muestra el origen de las diferentes series de suelos del Proyecto. El Tepetate formado de la manera arriba indicada sufrió el intemperismo formando las series Romos, Letras y Pabellón. La serie Saucillo se formó por el rellenamiento de pequeñas depresiones topográficas con material fino acarreado de los suelos circunvecinos. Estas depresiones, debido a la falta de drenaje forman lagunetas en toda la región. La serie Santiago está formada exclusivamente de suelos de formación reciente por el sedimento de los ríos depositados en las vegas de los mismos.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. Rodríguez L.



LOS SUELOS DEL PROYECTO DE SANTIAGO, AGUASCALIENTES

por el
Ing. Antonio Rodríguez L.
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac.
de Irrigación

DESCRIPCION GENERAL DE LA REGION ESTUDIADA.

El Proyecto de Santiago ocupa la región baja entre la ciudad de Aguascalientes y la estación "La Punta". El levantamiento del plano detallado de los suelos abarcó la primera y segunda divisiones del Proyecto, siendo sus límites como sigue: al norte y al noroeste, el canal principal, al norte y al este el río de San Pedro, y al sur y suroeste el río de Santiago.

Los ríos Santiago y Pabellón constituyen las fuentes de abastecimiento para el actual proyecto. El río de San Pedro es otra corriente importante que forma el límite este de las primeras dos divisiones del Proyecto. Los arroyos Saucillo y Rincón son los principales afluentes de este río que vienen del oeste y los arroyos de Carboneras y El Muerto constituyen los afluentes principales de este río que vienen del este. Los ríos Santiago, Pabellón y San Pedro juntan sus aguas en puntos cercanos al rancho de San Miguel formando así el límite sur de las dos primeras divisiones del Proyecto. El río resultante corre hacia Chicaloté, cerca de donde se le une el río del mismo nombre tomando de ahí en adelante el nombre de río de Aguascalientes. Estos ríos no son de corriente permanente. Generalmente no llevan agua durante los meses de diciembre a abril excepto cuando el año es abundante en lluvias o cuando ocurren lluvias de invierno en cantidades considerables.

CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LA REGION ESTUDIADA.

La topografía es muy variable. Las características principales de la región corresponden a: 1. Los terrenos de aluvión a lo largo de las vegas de los ríos Santiago, Pabellón y San Pedro.—2. Los terrenos planos y 3. Las colinas y las regiones gravosas y pedregosas.

Los terrenos de aluvión ocurren en las vegas de los ríos Santiago, Pabellón y San Pedro. En lo general, las vegas son fajas angostas que se ensanchan en algunas partes. El límite de estas vegas está muy bien marcado: las corrientes cortaron el tepetate formando depresiones muy bien marcadas que se rellenaron con el sedimento que acarrea el río. Durante el período de corriente máxima una parte de estas vegas se inunda. La construcción de la Presa Calles y del Túnel del río Pabellón controlarán las inundaciones en las vegas de estos ríos y el control futuro del río San Pedro impedirá las inundaciones en la vega de éste.

Los terrenos planos se extienden de la estación Pabellón hacia el norte y noroeste y también algo hacia el límite noroeste del Proyecto. La pendiente general de estos terrenos es de oeste a este hacia el río de San Pedro. La topografía de estos terrenos varía de plana a un poco ondulada, siendo cortada por los arroyos Saucillo y Rincón.

Las colinas ocurren en los límites sur

y oeste. Al sur y al suroeste de la estación de Pabellón el terreno forma una sucesión de colinas con manchones de grava y piedras en la cima y laderas. También se observan en estas colinas afloraciones de tepetate. Entre los ríos Santiago y Pabellón, se encuentran colinas que se extienden de oeste a este aplanándose después en el terreno formando una llanura pequeña al sur de la hacienda de Letras.

Hacia el oeste y cerca de la Hacienda de Pabellón la topografía del terreno es ondulada observándose una sucesión de colinas con manchones pedregosos o con grava extendiéndose hacia el este y noreste, hasta llegar a las llanuras de la porción este y norte del Proyecto.

CARACTERISTICAS GENERALES.

Los suelos del Proyecto de Santiago reflejan claramente los efectos de las condiciones climáticas en las que se desarrollaron. Los suelos más antiguos muestran claramente el efecto del clima; se observa en ellos un horizonte compacto y arcilloso debido a que dichos suelos están expuestos a períodos largos de sequía, después de haber sido saturados por la lluvia. En el caso especial de los suelos del Proyecto la presencia de una capa dura y casi impermeable de tepetate aceleró la formación de este horizonte compacto.

Los suelos del Proyecto pueden dividirse respecto a su edad en dos grupos: (1) Suelos relativamente maduros.—(2). Suelos aluviales recientes.

Cada uno de estos grupos es a su vez dividido en series. La serie está formada por todos aquellos suelos que tienen aproximadamente el mismo perfil característico, esto es, suelos que tienen el mismo origen, color, estructura, orden de horizontes, etc. La serie a su vez se divide en tipos. El tipo es la unidad de los levantamientos. Los tipos de una serie tienen aproximadamente el mismo perfil pero la textura de la capa superficial es distinta. El nombre del tipo se compone del nombre de la localidad donde primero fué identificado o donde más abunda

y el nombre descriptivo que depende del tamaño de las partículas que componen la capa superficial.

El primer grupo formado por los suelos relativamente maduros, consiste de suelos que en todos los casos tienen un horizonte "B" de textura fina y de estructura generalmente columnar. El horizonte "C" lo forma el tepetate que está compuesto generalmente de arcilla, cal, grava, arena y algunas veces se notan concreciones de cal y fierro.

Generalmente se encuentra una capa de tepetate más suave y calcáreo entre el horizonte "B" y el tepetate duro. Este tepetate calcáreo es permeable según pudo observarse en las pruebas de infiltración que se hicieron durante el levantamiento del plano de suelos. El tepetate duro es propiamente impermeable, pero tiene intersticios rellenos con material más suave y el agua penetra por ellos haciendo que el tepetate duro sea permeable hasta cierto punto. Cuatro series se desarrollan en este grupo. La serie Pabellón que consiste de suelos de color gris-moreno. La serie Letras consiste de suelos moreno rojizos; la serie Romos que consiste de suelos rojos; y la serie Saucillo que consiste de suelos moreno grises a grises.

Los suelos recientes de aluvión que forman el segundo grupo muestran muy pocos efectos del intemperismo. Los suelos superficiales son moreno gris. Los subsuelos son típicamente del mismo color. Estos suelos son profundos y tienen bastante materia orgánica. Todas las capas arcillosas han sido formadas por el acarreo y depósito de material fino que los ríos depositan en sus vegas durante los desbordamientos. Solamente una serie y una fase componen este grupo. La serie Santiago y la serie Santiago con arena blanca muy fina.

DESCRIPCION DE LAS SERIES Suelos Moderadamente Maduros.

SERIE ROMOS.

La serie Romos está formada por suelos

moreno rojizos a rojos cuya capa superficial tiene una estructura granular o terronosa y que contienen poca materia orgánica. Los suelos superficiales de esta serie son generalmente ásperos al tacto y cuando su estructura es terronosa los terrones son bastante duros. La parte superior del subsuelo o sea el sub-horizonte B, es una tierra más arcillosa y bastante firme en su consistencia. La parte inferior del subsuelo está formada por arcilla o migajón arcilloso de estructura columnar y de color rojo ladrillo. Los suelos de esta serie yacen sobre tepetate. En algunos casos hay una capa de tepetate más desmenuzable e intemperizado entre el subsuelo y el tepetate duro. Los suelos de esta serie absorben el agua con bastante rapidez y las raíces penetran con relativa facilidad hasta las partes inferiores del perfil.

Esta serie tiene buen desagüe aunque la mayor parte de estos suelos son bastante planos. La presencia de una capa de tepetate en el subsuelo indicaría a primera vista que estos suelos tendrían mal drenaje en el subsuelo, pero las pruebas de penetración del tepetate que se hicieron indican que el tepetate es permeable, pues el agua penetra por los intersticios y fisuras del tepetate duro que se encuentran rellenas de material más suave. En otros casos la capa de tepetate intemperizado es gruesa y este tepetate es bastante permeable. Sin embargo, la presencia de esta capa dura requiere que el riego de estos suelos se haga muy cuidadosamente con el objeto de evitar el aniego de los mismos.

La serie Romos es la más antigua del grupo de los suelos relativamente maduros. Los subsuelos son generalmente de color más oscuro y el color rojo es mucho más pronunciado que en las otras series. Comunmente lo más oscuro del color indica un grado más alto de oxidación, un intemperismo más completo y una condición más antigua de la masa del suelo. La coloración roja de los suelos de este Proyecto empieza a hacerse evidente en los horizontes del subsuelo debido a la migración

hacia abajo de los coloides que contienen hierro como pigmento.

Esta serie es muy extensa y ocupa la mayor parte de la parte norte del Proyecto. Casi todos estos suelos han sido cultivados por algún tiempo. El maíz, frijol, chile y algo de trigo, han sido los cultivos principales. Estos suelos son populares en la región para el cultivo del chile y para el cultivo del frijol. Las partes no cultivadas de los suelos de esta serie muestran una vegetación compuesta principalmente de pastos, mezquites y algunos nopales.

SERIE LETRAS.

La serie Letras está formada por suelos de color moreno rojizo al rojo, algo pobres en materia orgánica y teniendo una estructura granular o algo terronosa. La consistencia de estos suelos varía de firme a dura, es suave cuando húmedos y algo compacta cuando secos. El subsuelo está formado de tierra franca arcillosa o arcilla de color moreno rojizo a moreno rojizo obscuro. En algunos casos se encuentran subsuelos pedregosos o gravosos en lugar del horizonte arriba descrito. El horizonte "c" de esta serie está formado por el tepetate. La mayoría de los suelos de esta serie absorben el agua rápidamente y las raíces penetran fácilmente en el perfil.

Esta serie es el equivalente más joven de la serie Romos y un examen preliminar nos inclinaría a clasificar a esta serie como una fase de la serie Romos. Sin embargo, un estudio más detallado muestra que la migración de coloides con hierro como pigmento es mucho más evidente en la serie Romos que en la serie Letras. Además, el reconocimiento de la región hasta la ciudad de Zacatecas y hacia el sur de Pabellón hasta Aguascalientes, muestra que los suelos muy rojos se encuentran hacia Zacatecas y que los moreno-rojizos predominan hacia Aguascalientes, encontrándose en la región de Pabellón la zona de contacto, si así la pudiéramos llamar. Esto nos hizo mantener la división entre las series Romos y Letras en lugar de conside-

rar a los suelos Letras como una fase de los suelos Romos.

SERIE PABELLON.

Los suelos superficiales de la serie Pabellón son suelos de color moreno-gris o gris-moreno, bastante desmenuzables, con cierta tendencia a agrietarse. Tienen una cantidad media de materia orgánica, y su estructura es granular o terronosa. La parte superior del subsuelo está formada por una tierra más clara en su color y un poco más aspera al tacto. La parte inferior del subsuelo está formada por migajón arcilloso o arcilla de estructura terronosa media. La capa subyacente constituye el horizonte "C" de esta serie y está constituido por el tepetate. En algunos casos se encuentra una delgada capa de grava entre arcilla y el tepetate.

Los suelos de esta serie cuando son relativamente profundos son de los mejores entre los suelos con subsuelo tepetato de este Proyecto. Algunas porciones de estos terrenos han sido regadas con éxito. Estos suelos son populares en esta región para los cultivos de trigo y maíz. El frijol también ha sido cultivado en estos suelos pero la mayoría de los agricultores de la región prefieren los suelos rojos para este cultivo.

Los suelos de esta serie son bastante extensos y ocupan una gran porción de las partes central y norte del Proyecto. En las porciones no cultivadas de estos suelos se observan buenos pastos, mezquites y algunas cactáceas.

SERIE SANTIAGO.— (Suelos recientes.)

La serie Santiago está formada por suelos aluviales recientes. Estos suelos muestran pocos efectos del intemperismo. Fueron formados por el acarreo de los ríos de la región y depositados en sus vegas durante las avenidas. Estas tierras tienen suelos superficiales de color moreno-gris y tienen bastante materia orgánica. Su perfil es estratificado formado por diferentes capas que no tienen estructura definida. Las capas de material muy fino

que se encuentran en el perfil de este suelo se deben a los depósitos del río y no a la migración de la arcilla de las capas superiores.

La mayoría de estos suelos pueden inundarse cuando las avenidas de los ríos son fuertes; pero la construcción de la presa Calles y del Túnel que derivará el río Pabellón en la misma presa Calles eliminará este peligro de inundación en las vegas de los ríos de Santiago y Pabellón. En cuanto al río San Pedro hay el proyecto de controlarlo con la construcción de la presa que regará el Proyecto del río San Pedro. Si este Proyecto se construye, las vegas del río San Pedro estarán protegidas de las inundaciones producidas por avenidas.

Los suelos de esta serie son profundos, en lo general tienen más de dos metros de profundidad. Algunas veces se encuentran suelos más delgados de esta serie cerca de los terrenos altos.

Los suelos de esta serie son los mejores del Proyecto. Su superficie está formada por tierras desmenuzables, con buen desagüe superficial. Su subsuelo es permeable y la topografía de estos suelos es también buena. Estos suelos han sido cultivados con una diversidad de cultivos: maíz, de temporal y de riego; frijol, trigo, alfalfa, cebada, hortalizas, árboles frutales, árboles, de sombra, etc.

SERIE SANTIAGO. (Con arena blanca muy fina).

Los suelos de esta serie tienen el mismo perfil que los de la serie Santiago, pero se encuentran capas o manchones de una arena muy fina color gris claro casi blanco. Este material está compuesto principalmente de cristales de cuarzo en su mayoría. El análisis químico de este material fue hecho por la Dirección de Agricultura y mostró que esta tierra sólo tiene huellas de fosfórico y de nitrógeno. Cuando este material se encuentra en forma de capas en el subsuelo, no afecta en casi nada quizá al suelo desde el punto de vista agrícola, aunque quizá afecte la porosidad del perfil. Sin embargo, cuando se encuentra en la su-

perficie se observa en el terreno que el zacate desaparece de esos manchones, lo que puede explicarse por tres razones principales siguientes: Falta de materia orgánica, falta de nitrógeno y falta de fosfórico.

SERIE SAUCILLO.

Los suelos superficiales de esta serie son de color gris o gris oscuro y comunemente de textura pesada. Tienen tendencia a agrietarse debido a la contracción de la arcilla al secarse. Los subsuelos son muy compactos, de estructura maciza con una capa de arcilla limosa, de estructura columnar. Esta serie tiene mal desagüe. Aparecen pequeñas lagunetas y depresiones y se formó por la acumulación de material fino acarreado de los suelos circunvecinos.

CLASIFICACION DE LOS TERRENOS.

Los factores que determinan la clasificación de los terrenos para irrigación varía en cada caso. En el Proyecto de Aguascalientes estos factores son los siguientes:

Profundidad del tepetate, carácter del suelo, topografía, drenaje, álcali, vegetación y observaciones y datos proporcionados por los agricultores de la región.

PROFUNDIDAD DEL TEPETATE.

La mayoría de los suelos de este Proyecto son suelos delgados y por lo tanto la profundidad al tepetate es uno de los factores más importantes. Así es que en la clasificación se tuvo en cuenta este factor importantísimo en este caso. Los planos de detalle muestran la profundidad al tepetate cada dos o trescientos metros y a veces más cerca si dicha profundidad es muy variable.

Todos los suelos con menos de 50 cm. de espesor fueron separados.

CARACTER DEL SUELO.

Este factor incluye el examen de las siguientes características de las tierras:

textura, estructura, porosidad, consistencia, si es fácilmente laborable o no. Su productividad probable bajo cultivo de riego, la presencia de capas impermeables o Sáxums que tanta influencia tienen en el drenaje de los suelos. La determinación de las zonas pedregosas etc. El plano de suelos apronta la mayoría de estos datos para la formación de la carta de clasificación como: profundidades al tepetate, límites de las zonas pedregosas, límites de los suelos.

TOPOGRAFIA.

Este factor incluye el examen de las condiciones del terreno para los riegos, si es favorable o desfavorable y el costo aproximado de la nivelación del terreno.

DRENAJE.

Este factor incluye el examen de los perfiles con respecto a estructura y compacidad de las capas, penetración de las raíces. Las pruebas de infiltración indican la relativa penetración del agua en los diferentes tipos de suelos. Las indicaciones de desagüe superficial también fueron estudiadas.

ALCALI.

Este factor incluye la investigación de la presencia de sales dañinas, su grado de concentración y si puede haber afloramientos futuros debido al levantamiento del nivel piezométrico por la irrigación.

FLORA SILVESTRE.

Este factor de clasificación incluye el examen del crecimiento de los árboles, zacates, etc., en los diferentes tipos de suelos del proyecto.

DATOS LOCALES.

Todos los terrenos cultivados fueron visitados y se observó el aspecto general de cada cultivo y se recogieron datos de los rendimientos medios, mínimos y máxi-

mos obtenidos anteriormente por los agricultores de la región.

Con el criterio formado por el estudio de los factores mencionados se dividieron los suelos en cinco clases:

Los suelos de la clase I-a. que se indican en el plano con color azul oscuro, formada por la mayoría de los suelos de las vegas, son profundos, desmenuzables, libres de álcali; su composición, tanto la física como la química es buena, como lo muestran los análisis que se hicieron, y además han probado su productividad bajo una gran variedad de cultivos. Los suelos de clase I-b o suelos regulares en su calidad desde el punto de vista agrícola. Esta subdivisión de la primera clase fué necesaria en este Proyecto porque estos suelos aunque regularmente productivos y adaptables a una variedad de cultivos no son comparables con los suelos de las vegas. Por otra parte, no podían clasificarse en la segunda clase porque no hay ninguna duda de que estos suelos pueden producir bajo buen cultivo y nosotros hemos estado clasificando en la segunda clase aquellos suelos dudosos en algún respecto o cuya calidad aunque no sea dudosa es muy relativa. Estos suelos aparecen en el plano iluminados con color azul pálido.

Los suelos de segunda clase son suelos de calidad inferior a los de I-b en uno

o más de los siguientes respectos: drenaje, topografía, profundidad, carácter del suelo o del subsuelo y álcali.

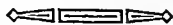
Los suelos de tercera clase son suelos muy dudosos. En esta clase incluimos los tipos gravo-pedregosos que presenten muchas dificultades para las labores o aquellos que la capa de Solum varía entre los veinte y diez centímetros. También se clasificaron en este grupo aquellos suelos con mal drenaje que aunque corregible no sería económico cultivar. Los terrenos de cuarta clase son enteramente no irrigables. En lo general son afloraciones de tepetate o terrenos con topografía muy quebrada y pequeños manchones alcalinos. Estos terrenos están iluminados en el plano de clasificación, con color rojo.

Las áreas son:

1-a	1,028
1-b	6,818
	<hr/>
	7,846 Hectáreas.
2a.	1,815
3a.	1,106
4a.	586
	<hr/>
	3,507 Hectáreas.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

A. Rodríguez L.



ANALISIS MECANICO DE LOS SUELOS.

por el
Ing. Enrique Peredo
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac.
de Irrigación.

En más de una vez se habrá ocurrido a quienes me escuchan, preguntar: ¿Cuál es el objeto que se persigue al hacer el análisis mecánico de las tierras? Y si esta pregunta se ocurre a quienes están familiarizados con la Ciencia Agronómica, con mayor razón a aquellos que no están.

Desgraciadamente, dado el poco tiempo de que se puede disponer para esta conferencia, no podremos extendernos tanto como quisiéramos.

Los métodos de análisis mecánicos son convencionales y están fundados en la separación de las partículas del suelo por orden de tamaños. Para esto se hace uso de diferentes medios, las partículas más pesadas se separan por levigación, siendo arrastradas por agua aquellas que son más ligeras, y las más pesadas se separan después en lotes más pequeños por medio del tamizado.

En la Comisión Nacional de Irrigación se ha adoptado el método de análisis usado en California y que en términos generales se verifica como pasamos a exponer a continuación. (1).

Las muestras, tal como se reciben en el Laboratorio, se colocan en frascos de boca ancha de suficiente capacidad para que puedan contener aproximadamente de 1 kilo a kilo y medio de tierra; estos frascos tienen tapón de tornillo con empujador de hule.

La muestra ya en el frasco se etiqueta convenientemente con los datos que vienen en las etiquetas de campo.

MUESTREADO PARA EL ANALISIS.

La muestra separada para el Laboratorio se extiende en un pedazo suficientemente grande de tela ahulada y se desmoronan los terrones grandes con la mano si esto es posible, o por medio de un mazo de madera hasta tener la muestra uniformemente desmenuzada, se hace un montón procurando remover las partes de abajo con el objeto de tener una muestra uniforme; se divide con una espátula en cuatro porciones, de las cuales se separa una de ellas, la que se vuelve a remover y se vuelve a dividir en la misma forma pasando una cuarta parte de esta submuestra por un tamiz que tenga hilos de latón a 2 mm. de separación.

La parte tamizada constituye la muestra para análisis y debe ser de unos 10 ó 12 gramos aproximadamente.

Estas muestras para análisis se conservan en cápsulas de aluminio con tapa.

Se marcan convenientemente y se guardan para los análisis.

GENERALIDADES SOBRE LA PRACTICA DEL ANALISIS.

Las muestras contenidas en las cápsulas se llevan a la estufa a 100 grados C. por 12 horas por lo menos.

Después de este tiempo se colocan en el desecador hasta que se hayan enfriado completamente.

Se pesan 5 gramos de tierra seca a 100

(1).—R. Ortiz. Análisis mecánico de los suelos. (Trabajo no impreso aún y elaborado en viaje de estudio del Sr. Ortiz a California.)

grados C. y se colocan dentro de una botella de las usadas para esterilizar leche, de 8 onzas de capacidad.

Se agrega agua, (poco más o menos 75 cc.) por medio de un tubo de vidrio afilado conectado a un aparato surtidor de agua a conveniente presión, con el objeto de que el chorro agite y divida convenientemente la muestra; se agregan después 10 gotas de amoníaco para favorecer la decoagulación y suspensión de la arcilla, se tapa con tapón de hule y se coloca en la máquina agitadora.

Es conveniente trabajar lotes de 8 muestras si es uno sólo el analista o de más si hay mayor número de análisis.

Se pone la máquina a funcionar y la agitación se mantiene por más de 12 horas.

Por la distribución de nuestros trabajos hemos adoptado la costumbre de poner la máquina agitadora a las 2 p.m. de un día para retirar las botellas al día siguiente a las 8 a. m.

Una vez retiradas las botellas de la máquina se lavan los tapones y las paredes interiores de la botella con un chorro de piqueta; se deja reposar un minuto, comprobando de vez en cuando por medio del microscopio (1) si ya no hay arena muy fina en suspensión.

Se vacía con cuidado el contenido de la botella en tubos anchos, especiales para centrifugación, de 100 c.c. de capacidad, procurando no arrastrar las partículas asentadas.

Se llevan los tubos a la máquina y se pone a funcionar la máquina por algún tiempo, examinando de vez en cuando el contenido del tubo con más arcilla para saber cuando ya no hay partículas de limo en suspensión.

Se sacan los tubos de la centrífuga, se colocan en su soporte y se vacían después en sartenes de hierro esmaltado de tamaño adecuado; el limo queda en el fondo suficientemente adherido para que no haya peligro

de que se vaya con el agua que contiene la arcilla.

Con un chorro de agua se lava el limo procurando que con el agua de lavado se ocupe una cuarta parte de la capacidad del tubo; después con el mismo procedimiento se lavan las arenas que son las que quedan en las botellas dejando asentar un minuto y vaciando en los tubos.

Estas operaciones se repiten teniendo cuidado de añadir unas 3 gotas de amoníaco en los tubos de la centrífuga hasta que se tienen las arenas limpias en las botellas y el limo sin arcilla en los tubos de las centrífugas.

Tendremos separados tres lotes.

Arenas — en las botellas.

Limos — en los tubos.

Arcilla — en los sartenes.

Las arenas las pasamos a cápsulas taradas, los limos también los pasamos a cápsulas taradas de capacidades convenientes y las arcillas las llevamos casi a sequedad en los sartenes para poderlas trasvasar fácilmente a cápsulas taradas también.

Todos los lotes se llevan a sequedad por más de 12 horas a 100 grados.

SEPARACION.

El lote de arenas totales lo determinamos pesando las arenas.

Estas se pasan después a un juego de tamices.

El juego de tamices consta de:

A.—1 tamiz de lámina de latón perforada con agujeros redondos de 1 mm. de diámetro.

B.—1 tamiz de lámina de latón perforado con agujeros redondos, de 0.5 mm. de diámetro.

C.—1 tamiz de seda con hilos de 0.25 mm.

(1).—Véanse más adelante las convenciones.

D.—1 tamiz de seda con hilos de 0.10 mm.	2	m.m. a 1	m.m.	Grava fina.
Este juego de tamices nos permite separar 5 lotes que se denominan:	1	„ „ 0.5	„	Arena gruesa.
Sobre tamiz A.—Grava fina.	0.5	„ „ 0.25	„	Arena media.
Sobre tamiz B.—Arena gruesa.	0.25	„ „ 0.10	„	Arena fina.
Sobre tamiz C.—Arena media.	0.10	„ „ 0.05	„	Arena muy fina.
Sobre tamiz D.—Arena fina.	0.05	„ „ 0.005	„	Limo.
	0.005	„ „	„	Arcilla.

Lo que pasa por el Tamiz D.—Arena muy fina.

Estas diferentes porciones se pesan y se anotan los pesos en el libro de Laboratorio.

El limo se determina pesándolo.

La arcilla igualmente.

Es conveniente pesar el lote de arcilla cuando no se tiene gente de mucha confianza en el Laboratorio. Este dato es más bien de comprobación.

Generalmente basta determinar la arcilla por diferencia. (1).

CONVENCIONES ADOPTADAS

Se han adoptado en el Laboratorio Químico del Departamento Agronómico las siguientes convenciones en relación con el tamaño de las partículas: (1).

Los datos analíticos se asientan en el libro de notas y se calculan después las porciones con relación a 100 partes de tierra seca.

CLASIFICACION CON RELACION A LAS DIMENSIONES DE LAS PARTICULAS.

En México era difícil adoptar una traducción equivalente a la de los terrenos acostumbrados en los Estados Unidos.

Con el objeto de tener una terminología adecuada en español se han estudiado por la Comisión de Terminología en este Colegio los términos que deben prevalecer y de acuerdo con las proposiciones hechas por dicha Comisión y aceptadas sin discusión por la Asamblea las convenciones son como sigue: (2).

(1).—Bull. 24. — Bureau of Soils. U. S. Dept. of Agriculture.

(2).—Ortiz.—Trabajo citado.

(3).—Véase la parte relativa a Terminología propuesta por la Comisión de Terminología.

CUADRO SINOPTICO DE CLASIFICACION DE TIERRAS

	35% de grava fina y arena gruesa y menos de 50% de arena fina o muy fina	ARENA GRUESA.
Menos de 20% de arcilla o limo.	Arenas.	35% a más de grava fina, arena gruesa y media y menos de 50% de arena fina o muy fina.....
		ARENA MEDIA.
		50% o más de arena fina y muy fina.....
		ARENA FINA.
		50% o más de arena muy fina.....
		ARENA MUY FINA.
Menos de 20% de arcilla.		45% o más de grava fina y arena gruesa.....
		MIGAJON ARENO- SO GRUESO.
		25% o más de grava fina y arena gruesa media, y menos de 35% de arena muy fina.....
		MIGAJON ARENO- SO MEDIO.
De 20 a 50% de arcilla y limo.	Migajones arenosos.	50% o más de arena fina y menos de 25% de grava fina y arena gruesa y media.....
		MIGAJON ARENO- SO FINO.
		35% o más de arena muy fina.....
		MIGAJON ARENO- SO MUY FINO.
		Menos de 20% de arcilla, de 30 a 50% de limo y de 30 a 50 % de arena.....
		FRANCA.
		Menos de 20% de arcilla, de 50 a 80% de limo y menos de 50% de arena.....
		MIGAJON LIMOSO.
50% o más de arcilla y limo.		Menos de 20% de arcilla, de 80% o más de limo y menos de 20% de arena.....
		LIMO

Menos de 30% de limo y de 50% a 80% de arenaMIGAJON ARCILLO-ARENOSO.
 De 20% a 50% de limo y de 20% a 50% de arenaMIGAJON ARCILLOSO.
 De 50% a 80% de limo y menos de 30% de arenaMIGAJON ARCILLO-LIMOSO.

Migajones arcillosos.

De 20% a 30% de arcilla.

De 30% a 50% de arcilla, menos de 20% de limo y de 50% a 70% de arena.....ARCILLA ARENOSA.

30% o más de arcilla.

Arcillas.

30% o más de arcilla menos de 50% de limo y menos de 50% de arena.....ARCILLA.
 De 30% a 50% de arcilla, de 50% a 70% de limo y menos de 20% de arena.....ARCILLA LIMOSA

Para facilitar la clasificación se hace uso de un triángulo cuyo uso es muy fácil de comprender y no requiere explicación.

El triángulo que usaremos en lo sucesivo, fué formado por el Sr. Miguel Brambila, de acuerdo con la terminología aprobada la que se hace referencia.

Del examen de los datos analíticos y de la clasificación pueden deducirse algunas propiedades importantes de las tierras desde el punto de vista físico y de ahí la relación tan estrecha que haya entre el Laboratorio y la gente de campo encargada del estudio de los suelos.

SEGUNDA PARTE

Una vez que se han hecho los análisis denominando las tierras convenientemente de acuerdo con las proporciones de los diferentes elementos que las constituyen, se ocurre preguntar.

¿Y qué hemos conseguido con denominar esta tierra de tal o cual manera?

La respuesta no puede ser inmediata; se necesita estudiar los datos del análisis y establecer las relaciones diversas que existen entre los diferentes elementos componentes de las tierras y las propiedades que aisladamente tienen estos cuando se encuentran aislados y en sus conjuntos complejos, así como establecer las relaciones con otros factores que determinan ciertas modalidades en cada caso, para poder llegar a conseguir una correcta interpretación de los datos analíticos.

Seguramente que los análisis mecánicos, aisladamente, no nos son suficientes para obtener una información completa sobre lo que nos interesa y que en caso de pretenderse llevar a cabo trabajos de investigación nuestra labor deberá llevarse mucho más adelante y nos veríamos obligados a determinar:

Peso específico, Volumen del Suelo, Color Específico, Color, Temperatura del Suelo, Cohesión y Adherencia, Poder de absorción por lo que toca a las sales solubles, Porosidad, Humedad, Tensión Superficial, Coeficiente de Evaporación, Capilaridad y en general Movimiento del Agua en los suelos.

Aun en el caso de una información general comparativa, podemos tener de los datos analíticos algunas informaciones valiosas en lo que se refiere a algunas de las propiedades más importantes de los suelos y podremos decir en términos generales si un suelo determinado cuyo análisis conocemos es más o menos permeable, más o menos te-

naz, si es adherente, si tiene gran poder retentivo para el agua, si puede ser productivo o estéril.

Para que el analista pueda llegar a interpretar correctamente y pueda fundar las presunciones que reduce del análisis se necesita que tenga los siguientes conocimientos:

a).—Datos geológicos correspondientes a la región que se trata de estudiar, tener conocimiento del proceso de formación de las diferentes tierras abarcando el estudio no sólo del suelo propiamente agrícola, sino también del subsuelo hasta una profundidad conveniente, para lo cual se hace necesario aprovechar los diferentes cortes que se hayan hechos en los terrenos, ya sea para construcción de algunas obras como para ferrocarriles, para canales, etc., etc.; abrir pozos de exploración o aprovechar los existentes para el caso de la planificación de los suelos.

b).—Composición de las aguas superficiales y subterráneas.

c).—Condiciones topográficas de la localidad.

d).—Permeabilidad relativa de los diferentes horizontes (estratos) que forman los diferentes perfiles de la zona, valiéndose al efecto de las pruebas de penetración (1) que se indicarán más adelante.

e).—Demarcación clara de las partes del terreno donde de una manera natural aparecen eflorescencias salinas y que dan origen a terrenos alcalinos.

f).—Conocimiento de los métodos agrícolas empleados en la localidad que se estudia y plantas de cultivo que se explotan.

g).—Conocer la vegetación silvestre.

h).—Características climatéricas del lugar.

(1).—Packard y Peredo. Instrucciones para Pruebas de Penetración al final de esta conferencia.

Además del análisis mecánico y de la información que se indica como necesaria es muy conveniente que, a los datos de carácter netamente mecánico se agreguen datos de carácter químico que no son justamente los que corresponden a un análisis químico completo y que sin embargo deben formar parte de un análisis con finalidades físicas.

Cuando se tengan los datos del análisis mecánico complementando con los datos de carácter químico se dirá que se tiene el Análisis-Químico, que es mucho más valioso que el análisis mecánico solamente.

Las determinaciones de orden químico que deben acompañar a las del orden mecánico son:

- I.—Alcalinidad y sales solubles.
- II.—Caliza.
- III.—Yeso.
- IV.—Materia orgánica en forma de humus.

PARA JUZGAR DE ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS, se hace necesario considerar las propiedades de los diferentes elementos que los forman ya de manera aislada, ya asociados. Al efecto, consideremos algunos de ellos.

Guijarros.—Los guijarros cuando son grandes y abundan en los terrenos dan a éstos el carácter de terrenos pedregosos muy difíciles de trabajar por los estorbos que ofrecen a los instrumentos aratorios. Los guijarros poca influencia tienen en lo que respecta a las propiedades de las tierras, pues si se encuentran enterrados en suelos arcillosos el suelo será impermeable, compacto, etc., exactamente como si las piedras no existieran en él, por eso es que al hacerse el análisis se hace caso omiso de los guijarros, pero no en cuanto a las propiedades. Lo mismo diríamos en el caso de que el terreno fuera arenoso, las propiedades del suelo no se modificarían sensiblemente por la presencia de las piedras. Los elementos finos llenan los intersticios que dejan las piedras.

Grava gruesa.—La grava gruesa, cuando se encuentra incrustada en los elementos

dominantes del terreno modifica ligeramente las propiedades de él, pero no al grado de tomarse en cuenta esa modificación; en cambio, si la grava gruesa es abundante, al grado de ser un elemento dominante, las tierras adquieren una enorme permeabilidad que las hace impropias para cualquier explotación agrícola y por lo tanto esas tierras ni siquiera se incluyen entre las de posible aprovechamiento. Así pues, el caso de la grava gruesa se asemeja al caso de los terrenos pedregosos.

Grava fina y arenas.—La grava fina y las arenas, consideradas dentro de las dimensiones que se han dicho antes son factores de división en los suelos, aumentan su permeabilidad, los hacen más ligeros, disminuyen considerablemente el poder retentivo de la humedad, su riqueza en materias nutritivas es escasa, etc.

Sin embargo de lo dicho, no puede generalizarse este concepto pues algunos de los elementos finos de las arenas, cuando se encuentran formando gran parte del total de la tierra y asociados a limo y a arcilla, contribuyen de manera muy marcada a aumentar la compacidad, la impermeabilidad, la adherencia y, además, tienden a formar tierras asfixiantes debido a que la finura a que las partículas pueden acomodarse, llenando los espacios vacíos hasta reducir el volumen de éstos en una proporción considerable, dan el carácter asfixiante a las tierras así constituidas.

EXAMEN DE LAS ARENAS.

El examen de las arenas es de primera importancia porque nos indica, cuáles son las rocas dominantes en la formación de determinadas tierras. El examen debe hacerse en todos los lotes pues en algunos tamaños predominan determinados elementos mineralógicos y, en otros, otros.

No es poco común, al hacer la separación de las arenas, tener entre los elementos gruesos granos de cuarzo casi exclusivamente, en los elementos medios una mezcla de granos cuarzosos y granos feldespá-

ticos y en los elementos finos una predominancia marcada de granos feldespáticos con pajillas de horólenda o plaquitas de mica.

El conocimiento de la clase de roca que dá nacimiento a las tierras es de primera importancia y de ahí que haya insistido de manera especial en este punto.

Limo.—El limo desempeña, en los suelos, un papel intermediario entre la arena y la arcilla. En algunas partes el limo forma la mayor parte de la tierra; esto es, forma el elemento dominante y constituye las tierras limosas, que se caracterizan por su gran riqueza agrícola, de buena consistencia, profundas, de gran poder retentivo para la humedad.

El limo como se ha dicho antes puede contribuir en determinadas proporciones a hacer las tierras compactas y asfixiantes.

Arcilla.—La arcilla es un elemento de agregación, en los suelos se encuentra transformada parcialmente en un cuerpo coloidal que se le dá una enorme importancia en el análisis de los suelos y es a esa parte coloidal a la que se atribuyen la mayor parte de las propiedades que caracterizan a los suelos arcillosos.

El poder de cementación es enorme, algunas veces forma capas tan duras que se asemejan a una roca ligeramente alterada, como acontece en la formación de los SA-XEUM a profundidades variables por efecto de un arrastre de las capas superficiales a las profundas.

En lo que toca a las propiedades especiales de las arcillas coloidales parecen desempeñar especial papel el óxido de alúmina hidratado, el óxido de hierro hidratado y el ácido silícico, al estado coloidal.

Las arcillas por razón del estado físico en que se encuentran tienen un gran poder retentivo del agua y de algunas sales en solución; las partículas que adquieren el estado coloidal lo hacen mediante un hinchamiento considerable aprovechando el agua que tienen a su disposición, formando gelatinas.

Las dos propiedades enunciadas que son:

la gran capacidad retentiva del agua y el poder absorbente de las sales en solución en los suelos hacen que las arcillas tengan un papel tan importante en los suelos y de que se las considere con mucha razón como indicadores de la fertilidad de las tierras.

Nos ocuparemos ahora de algunos cuerpos que obran no justamente de una manera mecánica sino química, pero que al obrar de esta manera modifican la textura de los suelos y es por eso que los tomamos en cuenta en este trabajo y los hacemos intervenir en la interpretación de los análisis Físico-Químicos. Nos queremos referir a la Caliza, al Yeso, al Humus y a los Alcalis.

Caliza.—La cal se encuentra en los suelos en forma de carbonato de calcio y es entonces cuando se le denomina caliza. Cuando ésta se halla en proporciones convenientes determina en gran manera la fertilidad de las tierras, suponiendo las otras condiciones, favorables al desarrollo de las plantas.

La acción de la caliza en los suelos puede resumirse en la siguiente forma:

1.—Mantiene una reacción apropiada en el suelo, neutralizando los ácidos que se producen por acción microbiana sobre la materia orgánica del suelo.

2.—Origina, por su solubilidad en el agua carbonatada, una floculación de las arcillas modificando las propiedades plásticas y adherentes de éstas en los suelos.

3.—Contribuye grandemente al desarrollo de la actividad microbiana favoreciendo principalmente los fenómenos de amonización y de nitrificación, así como también al desarrollo de las bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico.

4.—Pone en libertad al estado asimilable, las sales de potasio y el ácido fosfórico en los suelos.

5.—La influencia perjudicial de una gran cantidad de sales de magnesio en los suelos es una cosa comprobada y la cal tiende a corregir y corrige de hecho esa influencia perjudicial por un fenómeno de balanceo, podemos decir.

6.—Los álcalis negros y los blancos ejercen una acción nociva en la vegetación y en ambos casos la cal viene a corregir en gran parte los defectos que las tierras tienen por la presencia de estos álcalis.

7.—La cal es perjudicial cuando se halla en exceso y esto acontece cuando la proporción es mayor del 10%.

Yeso.—El yeso, cuando se encuentra en los suelos en proporciones un poco altas, dá a los suelos mayor plasticidad y, por lo tanto, en terrenos arcillosos se considera su presencia como perjudicial.

Se usa frecuentemente en los casos de corrección de alcalinidad tratándose de álcalis negros y ejerce en determinadas proporciones una coagulación parcial de las arcillas.

La acción del yeso debe estudiarse en cada caso particular porque su acción no es siempre la misma, depende de la proporción en que se encuentre en los suelos y del estado que guarde el suelo por lo que hace a las arcillas coloides.

Este asunto será tratado con suficiente extensión más adelante. 1).

Humus.—El humus desempeña uno de los papeles más importantes en lo que se refiere a la fertilidad de los suelos. La materia orgánica en descomposición en el suelo es muy rica en elementos nutritivos para las plantas; sin embargo un exceso de materia orgánica es perjudicial y más perjudi-

cial aún si los suelos no contienen suficiente cal que neutralice la acción de los ácidos que se forman en los fenómenos de fermentación.

Las propiedades del humus en los suelos puede resumirse en la siguiente forma:

1.—Suministra alimentación adecuada a las bacterias del suelo.

2.—Modifica la textura de los suelos arcillosos haciéndolos menos compactos.

3.—Modifica la textura de los suelos ligeros dándoles mayor compacidad, mayor cuerpo y mayor poder retentivo de humedad, pues el humus por sí o por sus combinaciones forma cuerpos coloides.

4.—Aumenta el poder absorbente de los rayos caloríficos.

5.—Estimula la descomposición de las rocas y contribuye a la formación de los suelos.

Alcalis.—Los álcalis cualquiera que sea la naturaleza de ellos, blancos o negros, perjudican grandemente la constitución de los suelos y más sensible es su acción sobre las plantas aunque en unos casos más que en los otros; así, el álcali blanco es menos perjudicial a los terrenos y a las plantas que el álcali negro a igual concentración.

Los álcalis aumentan considerablemente la compacidad y la plasticidad de las tierras. (2).

(1).—Kocher. Yeso. Suelos del proyecto de Santa María.

(2).—Pedro. Influencia del álcali en la condición mecánica del suelo (en este volumen).

TERCERA PARTE.

ALGUNAS OBSERVACIONES IMPORTANTES.

Expuesto todo lo anterior me parece pertinente complementar los conceptos asentados con algunas observaciones importantes.

Fraps (1) considera que hay una relación estrecha entre la composición física de los suelos y su adaptabilidad a determinados cultivos bajo condiciones semejantes.

Las conclusiones generales que se pueden tener de las observaciones llevadas a cabo por el Bureau of Soils de los Estados Unidos (2) en relación con las tierras de las planicies del Golfo y del Atlántico son:

Arenas.—Los suelos arenosos están caracterizados por una estructura abierta, fácil drenaje y naturaleza caliente. Son suelos tempraneros para hortalizas, producen escasas cosechas y no se adaptan a la práctica general de cultivo.

Terrenos arenosos finos.—Estos suelos tienen mayor poder retentivo de la humedad que los terrenos anteriores, hacen que las hortalizas den productos un poco más tardíos que en el caso de los terrenos anteriores, dan mayores rendimientos pero no se adaptan a las prácticas generales de cultivo.

Migajones arenosos.—Estos terrenos se consideran como terrenos medios que se usan con éxito en el cultivo de hortalizas; son los terrenos más ligeros que llenan las exigencias de una práctica agrícola general, tienen un poder retentivo mayor que los dos tipos anteriores y retardan más la madurez de los frutos. Los rendimientos son relativamente escasos.

Migajones arenosos finos.—Son mejores que los tipos anteriores. El algodón se da bien y madura más tarde que en los tipos anteriores.

Terrenos francos.—Son los que mejor se adaptan a la práctica agrícola general. Son fáciles de mantener en buenas condiciones de trabajo. Las cosechas son buenas, prosperan muy bien los pastos y los cereales de granos pequeños. Las cosechas son tardías.

Migajones limosos.—Son muy apropiados para hortalizas tardías, dan muy buenas cosechas, son adaptables a las siembras en general; las plantas forrajeras prosperan muy bien.

Migajones arcillosos.—Las hortalizas que se cultivan en ellas dan productos tardíos, son muy apropiados para las siembras de trigo, cebada, arroz, plantas forrajeras gramíneas especialmente.

Terrenos arcillosos.—Son difíciles de trabajar, prosperan bien los zacates y los cereales en general.

Es necesario tener en consideración que por lo que hace a ciertas propiedades generales de determinadas clases de tierras es de mucha importancia, el clima.

Las propiedades generales de los diferentes tipos de tierras en los Estados Unidos en las regiones que quedan asentadas en el Boletín 78 del Bureau of Soils corresponden exactamente con las observaciones que existen hechas en México.

Con las informaciones generales que hemos ido asentando poco a poco en el curso de esta conferencia vamos adquiriendo un concepto cada vez más claro de lo que corresponde a la interpretación de los análisis mecánicos y a los análisis físico-químicos. Nos hace falta, sin embargo, tener en cuenta otra clase de fenómenos y algunas observaciones más que es necesario llevar a cabo en el campo y algunas veces en el gabinete.

(1).—Fraps. Principles of Agricultural Chemistry. P. 92. 1917.

(2).—Bull. 78. Bureau of Soils. Dept. of Agriculture. Washington

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS.

Como auxiliares en la interpretación de los análisis resultan muy convenientes los siguientes datos:

1.—Observaciones sobre la profundidad de las raíces y distribución de las mismas en las diferentes capas del suelo. (1).

2.—Pruebas de penetrabilidad del agua en las diferentes capas del suelo. (2).

3.—Peso específico aparente.

4.—Espacios vacíos en los suelos.

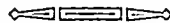
5.—Capacidad del suelo.

6.—Relación de escurrimiento y facilidades de drenaje.

7.—Cohesión y agrietación.

8.—Humedad.

De estas diferentes partes se tratará en detalle por diferentes conferencistas. (V. Conf. por Ch. F. Shaw en este volumen).



(1).—Packard. La distribución de las raíces en la tierra irrigada (En este volúmen.

(2).—Instrucciones generales (Al final de esta conferencia).

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS AGROLOGOS DEPENDIENTES DEL DEPARTAMENTO AGRONOMICO.

Walter E. Packard,
Jefe del Departamento Agronómico.

E. Peredo,
Ingeniero Auxiliar.

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD.

Las pruebas de permeabilidad son muy importantes por lo que se refiere a la interpretación necesaria en el caso de aplicación de los riegos, duración de éstos y mejor forma de hacerlos, así como también en lo que se refiere a las condiciones de drenaje de las tierras teniendo en consideración tanto el suelo como el subsuelo.

Los datos que se obtienen en el estudio de un proyecto se consideran como comparativos dentro del cuadro general de características del mismo proyecto, pero ocasionalmente la semejanza de condiciones de unos proyectos con respecto a otros permitirá relacionar algunas observaciones.

MANERA DE PROCEDER:

En primer lugar se hace necesario tener un reconocimiento preliminar del terreno con diferentes pozos a 1.50 metros de profundidad, un metro de anchura y uno cincuenta metros de largo por lo menos para poder establecer los tipos principales y las características de cada uno.

Se eligen para las pruebas de permeabilidad los pozos que sean más adecuados.

1o. porque son representativos de una serie determinada;

2o. por la proximidad a lugares donde hay agua;

3o. por su relativo aislamiento a lugares poblados para evitar que los curiosos vayan a echar a perder las observaciones;

4o. por su proximidad a caminos o su accesibilidad para poder transportar fácilmente el agua.

Todas estas recomendaciones se hacen con el objeto de economizar tiempo, pues en varias pruebas que se hacen en el mismo día es necesario estar en posibilidad de transportarse rápidamente de un lugar a otro.

Una vez elegidos los pozos para las pruebas se hacen a 60 centímetros de distancia de borde del pozo por uno de los lados y no en las cabeceras, pequeñas excavaciones como se indica en la figura 1, de 0.30 x 0.30 x 0.30 mts. o sea una capacidad de 27 litros.

Para hacer esta operación es muy conveniente usar una pala plana de jardinero y hacer los cortes laterales con ella.

Una vez preparada la excavación al lado del pozo se vierte el agua medida (27 litros) lo más rápidamente posible procurando no golpear los bordes para evitar el desmoronamiento

Al terminar de verter el agua se toma el tiempo y se anota en el libro de observaciones, el cual lleva un registro como sigue:

Pozo No.	Serie	Descripción	Fecha	H O R A		Tiempo Transcurrido	Observaciones
				Inicial	Final		

Es conveniente que el libro de registro tenga la página de la derecha con cuadrícula y conviene usar los libros de secciones transversales que ofrecen la ventaja de hojas grandes y resultan cómodos para llevar todas las notas en el debido orden.

Una vez que el agua haya desaparecido se procede al examen del perfil de humedad, para lo cual se derrumba con cuidado la parte próxima al pozo haciendo un corte vertical que pase por el centro del pozo de prueba en el sentido longitudinal del pozo de reconocimiento y en la sección, que se lleva tan baja como sea necesario, se examina el perfil del área mojada el que se pasa a la página derecha del libro debidamente acotada, anotando las características de los estratos de horizontes que el agua haya tocado.

Se examina también el estado de humedad del terreno, pues muchas veces acontece que a poca profundidad se encuentra el terreno muy húmedo, lo que cambia considerablemente las condiciones del fenómeno y la lentitud de penetración podría interpretarse como debido a la naturaleza del suelo, cuando en realidad se debe a una impregnación más o menos completa del subsuelo que impide una penetración conveniente del agua.

Esto hay que anotarlo en la columna de observaciones.

Otras veces es difícil conocer con precisión el límite del área mojada porque el terreno húmedo no presenta un contraste de color muy marcado, siendo entonces necesario determinar el perfil por la suavidad que presenta la parte mojada.

En casos de subsuelos que ameriten un estudio de permeabilidad, se procede de manera semejante haciendo un escalón en la parte del subsuelo que se pretenda estudiar, como se indica en la figura No. 2, y se abre la sección como en el caso de una prueba en el suelo.

EXAMEN DE PERMEABILIDAD POR MEDIO DE SURCOS.

Este examen en pocos casos es factible en los proyectos que se estudian y siempre que se puedan llevar a cabo es conveniente que se hagan.

Seguramente que en cada caso hay que considerar una circunstancia especial que obligará a un método de experimentación que será formulado por el Jefe de la Partida de Campo.

Algunas veces es fácil medir el agua por medio de vertedor; este caso será el más favorable y por lo tanto se puede calcular la cantidad de agua equivalente en altura con relación a la superficie irrigada y determinar el tiempo que ha durado el riego.

Entonces es fácil estudiar los movimientos lateral y vertical del agua.

Al efecto, se barbecha una superficie determinada de terreno y se prepara tal como se hiciera para la siembra; después se riega aplicando 30 centímetros en todo el terreno, se hacen excavaciones el día siguiente en la cabecera más alta y en la cabecera más baja abarcando 5 surcos y anotando los perfiles de superficies mojadas.

Se aplica un 2o. riego en las porciones restantes de otros 30 centímetros al cabo de 5 días con posterioridad al primer riego. Se deja hasta que el terreno haya tomado el agua, se hacen las notas de campo asentando todas las circunstancias y se cortan las cabeceras como se ha dicho, registrando los datos de perímetros de áreas mojadas en otros 5 surcos.

Diez días después se hace un tercer riego y se repite la misma práctica.

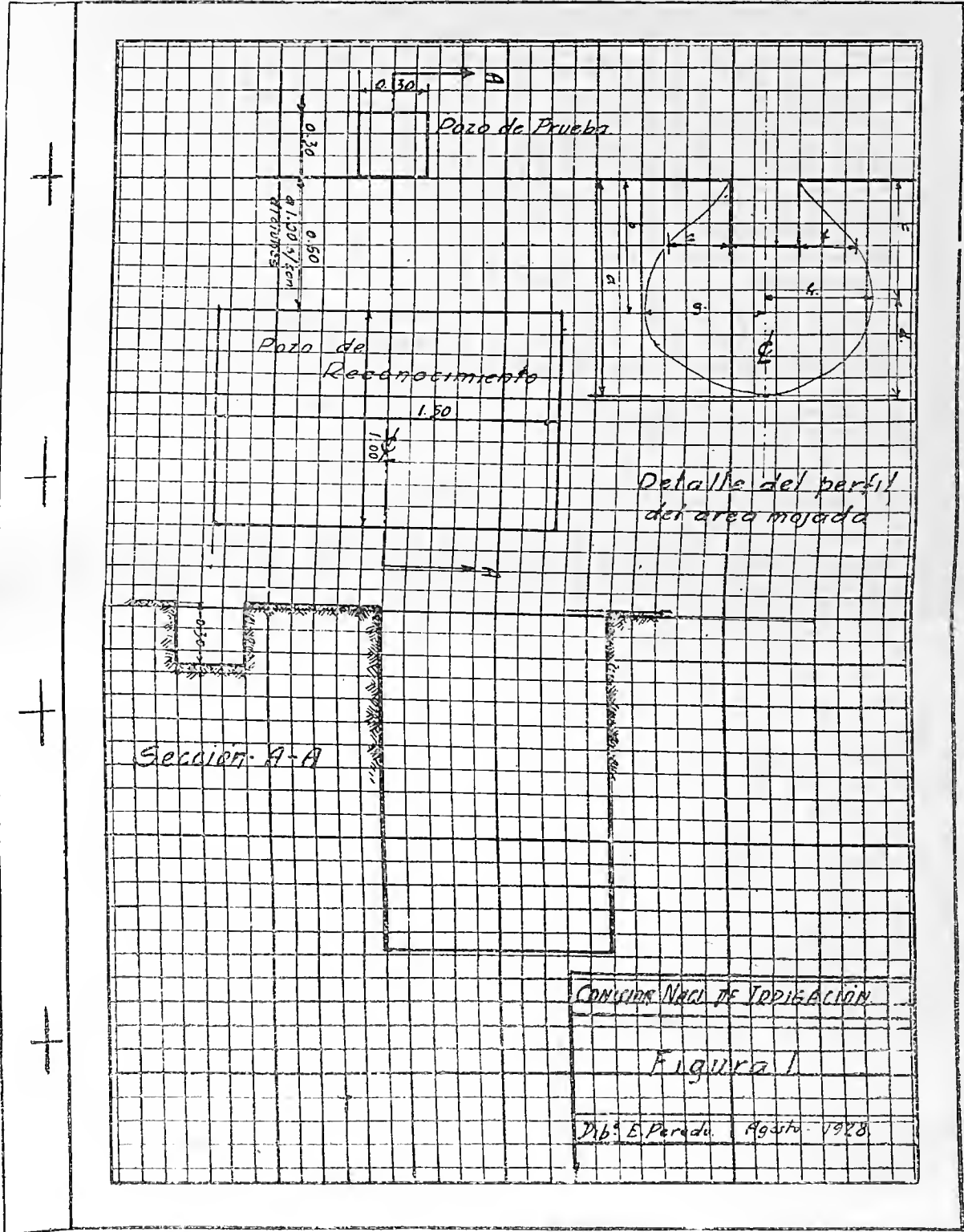
Los plazos de riego a riego son variables y dependen de la naturaleza de las tierras, así es que en cada caso particular se rendirá un informe detallado de las operaciones ejecutadas en la experimentación.

Como notas importantísimas es necesario indicar si hay aguas sobrantes y si es posible medirlas, para saber lo que ha quedado en las tierras.

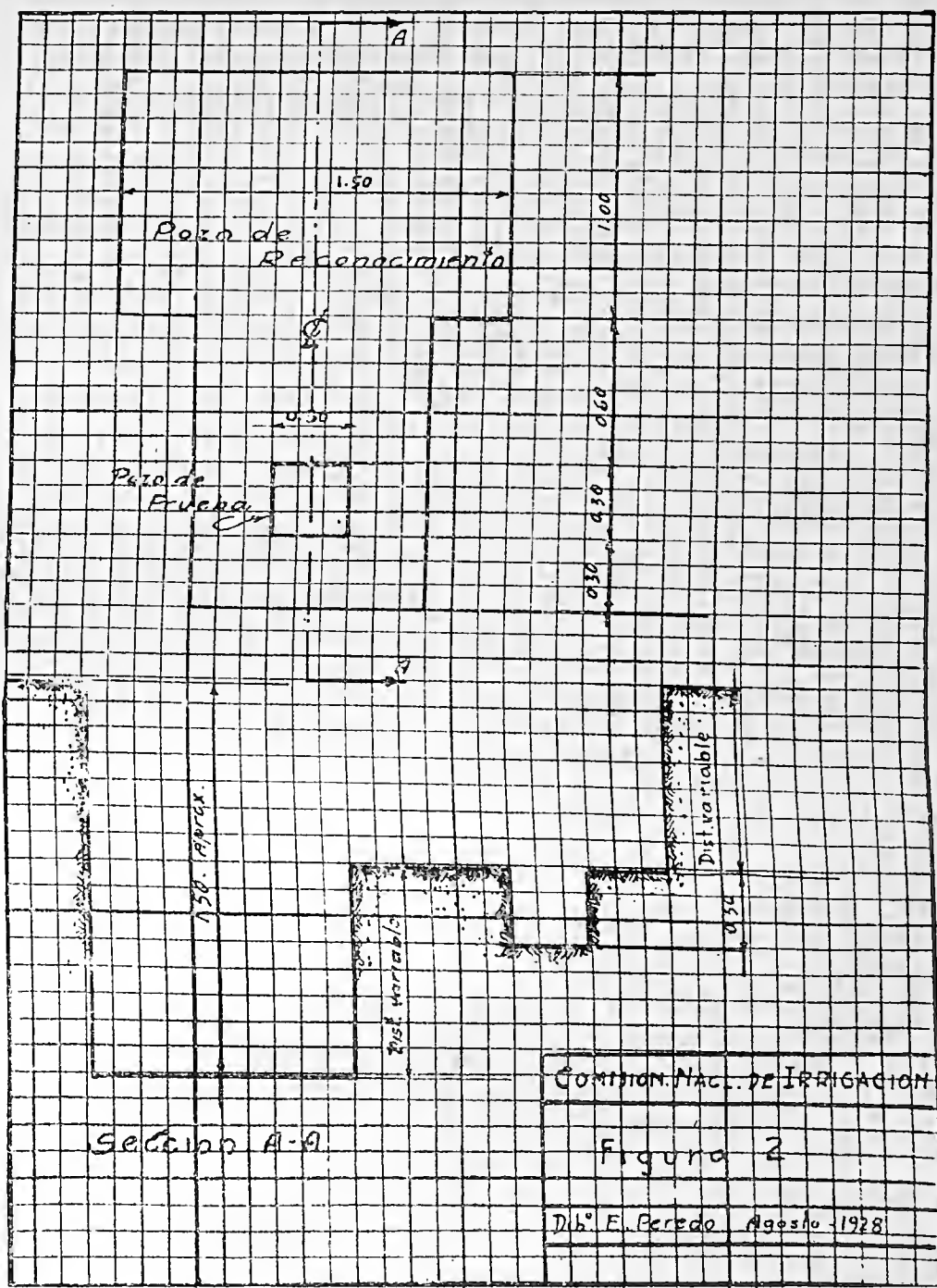
Meoqui, Chih., julio de 1928.

W. E. Packard.

E. Peredo.









INFLUENCIA DEL ALCALI EN LA CONDICION MECANICA DEL SUELO.

por el
Ing. Enrique Peredo,
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac.
de Irrigación.

Antes de abordar las generalidades que se refieren a la influencia que ejercen los álcalis en el suelo, es conveniente tratar de algunos conocimientos que tienen relación, en cierta manera con el asunto que motiva esta conferencia.

Para toda persona que haya recorrido diferentes campos dedicados a la agricultura, no es desconocido el fenómeno de esterilidad que ofrecen aquellos campos en que se ven aflorar sales a la superficie, cualquiera que sea la naturaleza de estas sales.

Acontece algunas veces que estas sales aparecen cuando principia la estación de sequía y es cuando son más notables, pero suelen desaparecer cuando los vientos son fuertes y las arrastran juntamente con las capas sueltas de la superficie.

Esta clase de fenómenos se presentan con mucha frecuencia en las llanuras del Estado de Chihuahua y antes de que principie la temporada de lluvias se ve que los suelos que al final de la estación lluviosa se encontraban cubiertos de sales al poco tiempo se les encuentra desprovistos de esa costra blanda que caracteriza estas formaciones salinas superficiales.

En otros lugares, donde la acción de los vientos no es tan enérgica, no acontece lo mismo; las sales permanecen por mucho tiempo y suele recogerse esa sal para usarse industrialmente como acontece en el Valle de México, en que las sales están constituídas principalmente por carbonatos y bicarbonatos de sodio principalmente, en Oaxaca, cerca del pueblo de Tlacolula, donde esas formaciones salinas están formadas principal-

mente por cloruro de sodio, en el Estado de Guerrero, en la parte norte, donde hay muchos lugares en que se explotó en pequeña escala la extracción de alumbre recolectando las eflorescencias salinas, en el Estado de Puebla, en el Estado de Chiapas y en otros lugares, se recogen las sales que salen a la superficie para diferentes usos de acuerdo con la naturaleza de las mismas.

¿Podríamos atribuir a este sólo hecho la causa de la esterilidad de algunas tierras?

Seguramente que no, pues como causas de esterilidad podemos citar las siguientes:

- a).—Mala constitución del terreno.
- b).—Poco espesor de las tierras arables.
- c).—Impropios medios de cultivo.
- d).—Carencia de agua.
- e).—Exceso de agua.
- f).—Carencia de calcáreo.
- g).—Presencia de substancias nocivas.

Dentro de estas causas de esterilidad vemos que, en el caso de la presencia de álcalis en el suelo, hay varios de ellos que obran conjuntamente.

Los álcalis constituyen substancias nocivas en los terrenos y obran no sólo por su acción sobre las plantas mismas, sino que modifican considerablemente las propiedades de los suelos.

A nosotros, en el presente caso, nos interesa estudiar la acción de los álcalis por lo que respecta a las modificaciones que pro-

ducen en la constitución mecánica de los suelos.

Pero ¿Qué es lo que entendemos por álcalis desde el punto de vista agrícola?

Los álcalis en los suelos se caracterizan por una mezcla de sales que presentan diferentes caracteres en los suelos; unas veces aparecen como eflorescencias salinas de un color moreno más o menos intenso, dependiendo de la mayor o menor cantidad de materia orgánica en el suelo; estas eflorescencias salinas han sido llamadas en Norte América con el nombre de ALCALIS NEGROS, otras veces las eflorescencias salinas son blancas y entonces han recibido el nombre de ALCALIS BLANCOS. Estas designaciones son incorrectas como veremos después.

En México se han llamado a estas formaciones de diferentes maneras, sin hacer alusión a los colores y se les considera a todas ellas como SALITRES Y TEQUESQUITES marcándose una tendencia a llamar salitres a las sales que contienen poca cantidad de carbonatos alcalinos y tequesquites a las que contienen los carbonatos alcalinos como dominantes.

Esta manera de nombrar las eflorescencias salinas es impropia también, pues entre los salitres se incluyen las mezclas de sales en que dominan algunas veces los nitratos, otras veces el yeso, otras los cloruros, etc.

Desgraciadamente aunque en México tenemos esas dos maneras de llamar a las diferentes mezclas de sales, empieza a im-

Salitres.

Cloruro de sodio dominante.

Cloruro de sodio dominante.

Cloruro de sodio dominante.

Cloruro de sodio dominante.

Sulfatos de sodio y de magnesio dominantes.

Sulfato de calcio dominante.

Nitratos de sodio y de calcio dominantes.

perar la costumbre de llamarlas álcalis cuando esta otra manera adolece de los mismos defectos de la manera usada por nosotros.

TEQUESQUITES (Alcalis negros) Estos se caracterizan por una mezcla de sales en que los carbonatos alcalinos son dominantes ya sea en la forma de carbonatos neutros, bicarbonatos o sexquicarbonatos; la presencia de estas sales da reacción alcalina o la fenolftaleína, (los carbonatos y los sexquicarbonatos), hace que la materia orgánica se disuelva parcialmente en las soluciones concentradas de estas sales dándoles colores morenos, de ahí que se les haya bautizado con el nombre de álcalis negros.

SALITRES (Alcalis blancos).— La característica de estas mezclas de sales son que están constituidas por sales en que los carbonatos alcalinos se encuentran en pequeñas cantidades y predominan el sulfato de sodio algunas veces, otras el sulfato de magnesio, otras el sulfato de calcio, otras el nitrato de sodio, etc., etc.

Los álcalis blancos o sean los salitres han sido considerados como menos perjudiciales que los tequesquites y con toda razón, pues sus efectos son menos nocivos en las plantas y no sólo en las plantas sino en los suelos mismos, pues modifican menos profundamente la constitución de los suelos.

De las regiones que conozco en el país donde se notan grandes superficies invadidas por las sales puedo mencionar las siguientes.

Tequesquites. En el Valle de México (1).

Salinas. S. L. Potosí.

Tlacolula. Oaxaca.

Ixtapa. Guerrero.

Ixtapa. Chiapas.

Centro del Estado de Coahuila.

Teotitlán del Camino, Oaxaca.

Algunos lugares de los Estados de Durango y Guanajuato.

(1).— Flores. Tequesquites del Lago de Texcoco. Anales del Instituto Geológico, No. 5.-1918.
(2).— Peredo. La Industria de la Sal en el Estado de Oaxaca.

ANALISIS DE ALGUNOS ALCALIS EN DIFERENTES PARTES DEL MUNDO (1)

	EUROPA	ASIA		AFRICA	AMERICA DEL NORTE		
	Llanuras húngaras	Llanuras aralo-caspianas	India (Regur)	Egipto (Trona)	California Merced	Montana (2)	México (3)
Sulfato de potasio (K_2SO_4).....	.....	.....	.....	.....	.....	1.77	.....
Sulfato de sodio (Na_2SO_4).....	0.2	18.2	2.2	38.3	4.67	88.35	2.65
Carbonato de sodio (Na_2CO_3).....	48.1	12.1	.....	47.7	75.95	.....	79.21 (4)
Cloruro de sodio (Na Cl).....	51.7	69.7	97.7	14.0	1.46	0.91	17.60
Fosfato de sodio (Na_3PO_4).....	.....	.....	.....	.....	4.94 (5)	.....	.....
Nitrato de sodio (Na NO_3).....	.....	.....	.....	.....	12.98	.....	.....
Sulfato de Magnesio ($Mg SO_4$).....	.....	.....	.....	.....	.....	13.97	.....
Cloruro de Potasio (K Cl).....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.40
Materia orgánica.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.10

(1) Datos tomados en Hilgard. Soils. p. 442.—1921 excepto los datos relativos a México.

(2) Valle del Missouri Ford, on Cun River.

(3) Flores.—Tequesquites del Lago de Texcoco. Anales del Instituto Geológico No. 5. 1918.

(4) Sexquicarbonato de sodio $Na_2O \cdot 2NaHCO_3$

(5) Na_2HPO_4

Como puede verse los resultados analíticos son muy variables y no se pueden establecer hasta la fecha relaciones entre las diferentes proporciones que guardan las sales entre sí.

COMO INFLUYEN LAS SALES QUE FORMAN LOS TEQUESQUITES Y LOS SALITRES EN LOS SUELOS.

La práctica agrícola y los experimentos de Laboratorio han venido a poner de manifiesto que las sales de sodio tienden a disminuir la permeabilidad de los suelos, principalmente los carbonatos.

Seguramente que esto se debe a ciertas propiedades del carbonato de sodio en relación con los cuerpos coloides del suelo como veremos más adelante.

Parte demostrativa.

Aquí tenemos tres botellas ordinarias que contienen sensiblemente la misma cantidad de polvo obtenido de la trituration de una pequeña muestra de andesita.

Esta primera botella contiene, además del polvo, una cierta cantidad de agua.

Esta segunda botella contiene la misma cantidad de agua en la que se ha disuelto una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio.

Esta tercera botella contiene la misma cantidad de agua en la que se ha disuelto una pequeña cantidad de carbonato neutro de sodio.

Las tres botellas que ahora presento a Uds. han sido preparadas hace tres días y he tenido el cuidado de agitarlas de tiempo en tiempo.

Hoy hice lo mismo, al principiar los trabajos de hoy he agitado las tres botellas y dejado en reposo, probablemente han transcurrido dos horas y media desde que las agité hasta estos momentos y podemos ver:

La primera botella tiene el polvo perfectamente asentado y el líquido que sobrenada perfectamente limpio más bien dicho aparentemente limpio.

En esta segunda botella vemos que aunque el polvo se encuentre asentado el líquido es ligeramente turbio.

En esta tercera botella podemos notar una turbiedad mayor que en la segunda botella.

¿Cómo podemos interpretar estos resultados diferentes?. Sabemos que estas sales de sodio tienen con relación a la arcilla coloidal una acción decoagulante es decir que ponen en suspensión las partículas coloides cuando estas se han coagulado por acción de algún electrolito.

En este caso no podríamos decir tal cosa de una manera absoluta y lo que debemos interpretar es que estas sales de sodio con mayor actividad de la otra, han influido en los feldespatos presentes, en las partículas mas finas, por supuesto, produciendo una fijación mecánica del agua a ellas por medio de un hinchamiento y por un proceso de formación de una gelatina superficial probablemente que ha disminuido considerablemente la densidad de esa partícula original por una incrementación de volumen de una masa determinada.

La acción que vemos tan sensible en tan poco tiempo de contacto podremos verla más claramente si prolongamos este contacto por un tiempo considerable, digamos algunos meses o años y de esta manera podremos explicar la acción que los álcalis del suelo pueden tener directamente sobre las rocas.

En unos análisis verificados en muestras de tierra del Lago de Texcoco que como sabemos bien gran cantidad de Tequesquite se puede notar que las partículas arenosas tenían una superficie rugosa como si hubieran sufrido la acción de un cuerpo corrosivo.

Por otra parte aquí tenemos otras dos botellas en las que se ha puesto una pequeña cantidad de arcilla preparada por el Sr. Miguel Branbilla del Laboratorio del Departamento Agronómico. La arcilla ha sido separada por medio de coagulación con ácido clorhídrico, lavando, secando al sol y finalmente a la estufa.

Esta arcilla ha sido pulverizada cuidadosamente y es la que hemos puesto en estas botellas teniendo cuidado de poner cantidades sensiblemente iguales con la misma cantidad de agua pero con la diferencia de que esta primera botella contiene agua solamente mientras que esta segunda botella contiene una pequeña cantidad de carbonato de sodio disuélta en el agua.

Este experimento ha sido preparado al mismo tiempo que el de la andesita agitando frecuentemente.

Vemos que el agua de la primera botella es turbia pero poco turbia, la mayor cantidad de la arcilla ha ido al fondo y pocas partículas en suspensión son las que le dan el aspecto ligeramente turbio, esto quiere decir que la arcilla se halla coagulada en su mayoría formando grumos que se han ido al fondo.

El fenómeno es muy distinto en esta segunda botella pues es fácil ver la diferencia, el agua es mucho más turbia y produce esta turbiedad una opacidad considerable en el líquido, es decir, que la arcilla se ha defloculado y se mantiene en suspensión mucho más fácilmente.

Esta experimentación tan tosca como la hemos presentado no tiene en realidad un valor académico puesto que sólo podemos ver de una manera perfectamente perceptible los fenómenos que se originan pero no podemos fijar cantidades ni tener conclusiones propiamente cuantitativas.

El poco tiempo con que contamos y los medios de que disponemos en este lugar no nos permiten llevar a cabo experimentos de mayor valor y por eso debemos referirnos al hermoso trabajo de Botkin (1) en el que asienta algunas observaciones muy importantes no sólo en lo que se refiere a la acción de los álcalis, sino también en la acción que ejercen algunos abonos y mejoradores en los suelos.

Algunas de sus observaciones importantes son:

Cuerpos que disminuyen la permeabilidad de los suelos.—Los compuestos de sodio tienen una gran influencia en la disminución de permeabilidad en los suelos y su influencia se encuentra en el siguiente orden: CARBONATO, ACETATO, CLORURO, NITRATO, SILICATO Y SULFATO.

El sulfato que es el menos activo de los compuestos de sodio en lo que se refiere a la acción impermeabilizante, tiene, no obstante, una acción mucho mayor que el carbonato de potasio.

Las sales de potasio se cuentan también entre las que tienen influencia en la disminución de la permeabilidad y su actividad sigue sensiblemente el mismo orden que las sales de sodio aunque en mucho menor intensidad como se ha dicho antes pero se nota una diferencia en el cloruro que es menos activo que el nitrato o que el sulfato, así es que formaría el fin de la lista.

Las experimentaciones verificadas por Botkin se llevaron a cabo en migajón arcilloso Gila (Gila Clay Loam).

Para mejor comprensión de la escuela de los experimentos suplicamos al auditorio que vea la memoria original.

La acción que se indica se refiere a concentraciones de 0.5% de las sales.

Cuerpos aceleradores.—Estos cuerpos como es fácil de comprender tienen una acción coagulante sobre las arcillas o sea un efecto contrario a la de los cuerpos a que se hizo referencia con anterioridad.

Los experimentos fueron llevados a concentraciones de 0.5% como en los casos anteriores.

El orden en que los cuerpos de este grupo se pueden colocar con relación a una acción menos activa es como sigue: SULFATO DE ALUMINIO, SULFATO FERROSO, CLORURO DE ALUMINIO, FOSFATO ACIDO DE CALCIO (Q. P.), SULFATO FERROCO, TANINO y cuerpos menos importantes.

(1).—Botkin, Bull, 160 (Technical) 1927. New Mexico.

En resumen, tanto los álcalis blancos como los negros tienen una acción perjudicial en las tierras por lo que se refiere a la modificación mecánica que originan pero en una relación diferente como se puede ver por lo que se dijo antes.

Para tener ideas cuantitativas véanse los experimentos en la memoria original de Botkin.

ALGUNAS GENERALIDADES SOBRE LOS COLOIDES.

De lo que hemos dicho antes llegaríamos a la conclusión única de que los álcalis influyen en la naturaleza de las tierras solamente en lo que se refiere a permeabilidad pero esto no es cierto, pues no solo la permeabilidad resulta afectada en el caso que nos ocupa y esa impermeabilidad es una consecuencia solamente del estado físico que toman las partículas de arcilla por la acción de los álcalis.

Para completar un poco más los conocimientos que pretendemos dar a conocer en este Colegio debemos completar un poco más los que se asientan en la primera parte de esta conferencia.

En la conferencia relativa al análisis mecánico de los suelos hemos establecido algunas convenciones que se refieren a lo que se ha convenido en llamar arcilla, pero dentro de este grupo arcilla se encuentra una porción que es la que se encuentra al estado coloidal y a la que se atribuyen las propiedades principales de las arcillas en las tierras.

Las dimensiones que estas partículas coloides tienen es una cosa que aún no se ha definido completamente y los hombres

de ciencia siguen estudiando el punto con gran interés.

Sin embargo, el estado actual de la ciencia nos permite considerar que la arcilla propiamente coloidal debe considerarse dentro de las generalidades que corresponden a los coloides y esas generalidades debemos asentarlas aquí.

Si examinamos una arcilla puesta en suspensión en el agua podemos observar que esa suspensión es más o menos estable que al cabo de un tiempo muy prolongado se observa en el recipiente que la contiene un depósito muy fino, impalpable, un líquido turbio y muchas veces una capa superficial de muy poco espesor, límpida.

La parte que se ha separado por gravedad está formada por cuerpos suficientemente grandes y pesados para vencer la resistencia que ofrecía el líquido más o menos viscoso en que se encuentra la porción propiamente coloidal de la arcilla, la parte turbia contiene partículas mucho más finas que guardan equilibrio con la densidad misma del líquido viscoso; esta parte contiene propiamente hablando una suspensión mecánica y el coloidal mismo y finalmente el líquido límpido que sobrenada contiene verdaderas soluciones moleculares por las sales que se disuelven en el agua. La separación de esa capa superficial se debe a un fenómeno bien observado tratándose de los cuerpos coloides que se llama *synéresis*.

La región de dispersismo, como dice Ostwald Wo. (1), en que se encuentran los coloides está limitada, por una parte, por partículas que tienen un diámetro de un diezmilésimo de milímetro y por otra por partículas que tienen un millonésimo de milímetro como se indica en el siguiente diagrama.

SISTEMAS DISPERSOS.

Dispersión Gruesa	Coloides	Dispersiones Moleculares
Períodos mayores de 0.1 micra; no pasan a través de papel-filtro; analizables microscópicamente.	Crecen en grado de dispersión de 0.000 1 m. m. 1 m. m. Pasan a través del papel filtro; no pueden ser analizados microscópicamente; no se difunden ni se dializan.	Períodos menores de 0.000001 m. m.; pasan por papel filtro, no se pueden analizar microscópicamente; se difunden y dializan.

(1).—Ostwald Wo. An Introduction to theoretical and applied Colloid Chemistry. p. 20. 1917. New York.

Los cuerpos que se hallan dentro de estos límites medios se llaman coloides típicos.

En las pocas palabras que se dicen antes quedan condensadas prácticamente las propiedades de los coloides y en el caso de las tierras y mediante la acción decoagulante de los álcalis debemos decir que los fenómenos de impermeabilidad son una consecuencia de las propiedades que los cuerpos adquieren cuando llegan a estar en un estado coloide.

Las arcillas se hinchan, forman gelatinas que contienen gran cantidad de agua que unidas unas partículas con otras forman un cuerpo suficientemente coherente para formar una capa impermeable que esta gelatina se encuentra sobre capas más o menos permeables que harían la función de un filtro pero por su viscosidad misma no pueden correr a través de él y aprisionan los elementos finos (arenas muy finas) que

contribuyen a aumentar su compacidad.

Las cualidades adherentes se incrementan como es fácil comprender.

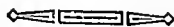
Decimos pues que en resumen:

LOS ALCALIS EJERCEN UNA ACCION DECOAGULANTE DE LAS ARCILLAS COLOIDES, HACEN MAS NOTABLES SUS PROPIEDADES COMO CUERPOS COLOIDES Y HACEN QUE LAS TIERRAS MODIFIQUEN SUS PROPIEDADES Y SUS CARACTERISTICAS DE ACUERDO CON LA MAYOR O MENOR PROPORCION DE CUERPOS COLOIDES QUE SE HAYAN FORMADO POR LA ACCION DE LOS ALCALIS.

SE AUMENTA LA IMPERMEABILIDAD, LA COMPACIDAD, LA CAPACIDAD RETENTIVA DEL AGUA, ETC., ETC.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

E. PEREDO.



RELACION DEL SUELO CON LA VEGETACION

por el
Ing. Enrique Peredo
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac. de
Irrigación.

Este tema de tan gran importancia y trascendencia sería felizmente desarrollado por un agrónomo botánico que hubiera recorrido con interés una gran parte de la República Mexicana en exploraciones tendientes, de una manera exclusiva, a establecer las relaciones que existen entre la flora silvestre y los suelos, auxiliándose en sus exploraciones del consejo de geólogos y agrónomos químicos; desgraciadamente a la fecha no hemos tenido la fortuna de iniciar estos trabajos y de ahí que, al serme confiado este tema, lo haya aceptado, no con la pretensión de llenar plenamente mi cometido, sino con el propósito de presentar ante Uds. una serie de observaciones que serán comprobadas muchas veces, otras veces serán corregidas por datos más completos y más científicos que se hagan en esta materia.

Este trabajo no tiene el valor de una memoria científica, sino el de un bosquejo muy general que podrá ser aprovechado más adelante por las observaciones generales que contiene.

La flora, como es muy bien sabido, tiene relaciones, no solo con el suelo, sino depende también su desarrollo de determinadas condiciones climatéricas las que influyen de manera tal, que casi siempre hay que relacionar el clima y los suelos, y esto se hace casi de una manera automática, porque al decir que algunas plantas originales silvestres después convertidas en plantas de cultivo prosperan en determinados lugares, instantáneamente decimos que los lugares de que se trata son de climas cálidos, lluviosos, secos, fríos, semi-áridos, etc., etc.

Después de este conocimiento que podemos llamar inmediato, vienen las relacio-

nes de las plantas con el suelo y con el origen geológico de estos suelos.

El origen geológico es un factor tan importante que no podemos prescindir de él, pues muchas de las cualidades, desde el punto de vista químico de los suelos, pueden deducirse de la composición de las rocas que les han dado origen.

Esta circunstancia aparentemente sencilla se presta a una infinidad de complicaciones tales como acontece en los casos de suelos de aluvión; en los casos de suelos viejos, es decir, que habiéndose formado han estado sujetos a un intemperismo más o menos intenso a lluvias más o menos copiosas que han originado arrastre y disolución a las capas profundas y que han modificado completamente no sólo las características físicas del suelo nuevo, sino las características químicas también, puesto que el suelo propiamente hablando se ha transformado paulatinamente con el tiempo.

Las condiciones topográficas influyen igualmente a la modificación más o menos rápida; mientras los terrenos altos sufren por regla general, fenómenos de lavado, las tierras bajas sufren fenómenos de acumulación de sustancias disueltas y de acumulación de materias arrastradas.

La misma vegetación influye de manera distinta. Los detritus orgánicos obran de diferente manera en unos casos y en otros.

Por todo lo expuesto se puede tener una idea de lo complejo que resulta tratar el asunto que pretendemos desarrollar y la gran tolerancia que hay que tener en el caso de someter determinadas observaciones a la crítica.

La información, acumulándose, viene a marcar determinadas características de orden general, pero tratando en especial cada caso puede ser que constituya una modalidad sui generis, de determinados fenómenos.

Asentando esto pasaré a tratar de asentando algunas de mis observaciones personales.

La flora dominante es la que más llama la atención y por eso me referiré a pocas plantas que son muy conocidas y omitiré otras que si bien es cierto que son muy importantes para mis conocimientos botánicos resultan desconocidas.

MEZQUITE.—HUIZACHE.—CHAPARRO.

(*Prosopis Cinerascens*) (*Acacia Fornariana*)
(*Mimosa*).

Esta planta juntamente con otras leguminosas las he visto prosperar espléndidamente en terrenos planos formando extensas llanadas en zonas desérticas que contienen una formación muy variada, prospera en terrenos pedregosos, en terrenos limosos, en terrenos calichosos, y algunas veces, aunque algo raquílica en terrenos ricos y profundos.

En terrenos delgados se desarrolla mal.

Las llanadas que se extienden al Norte del País, en el Estado de Zacatecas, en el Partido de Nazapil, en el Estado de Durango, en el Estado de Chihuahua y en el de Coahuila forman un ejemplo típico del desarrollo de esta planta y de sus similares.

El carácter de estas llanadas es el de estar colocadas en zonas semi-desérticas, tener suficiente cantidad de cal y aunque más o menos compactas son bastante profundas sus tierras.

El clima templado en algunos lugares, extremoso en otros, parece que no influye de manera distinta en su desarrollo.

No recuerdo haber visto mezquites en abundancia en las crestas de las sierras y creo que no sea favorable esta circunstancia para el desarrollo del mezquite.

El mezquite nos puede indicar tierras ricas con suficiente cantidad de cal, fértiles cuando se les somete al régimen de riego.

GUAYULE.

(*Parthenium argentatum*).

CANDELILLA.

(*Pedilantus Pavonis*).

El guayule le he visto silvestre en el Estado de San Luis Potosí, en la región de la Hacienda del Salado y la Ventura en terreno escabroso, en colinas y cerros.

Se me ha informado que se ha pretendido convertir esta planta en planta de cultivo en vista de su gran riqueza en hule y que se le ha plantado en terrenos planos, pero desconozco los resultados que se hallan obtenidos.

El clima es extremoso en las regiones que digo se desarrolla casi siempre en los mismos terrenos en que lo hace la Candelilla (*Padilantus Pavonis*).

Por las características silvestres de esta planta no creo que se pueda deducir una propiedad agrícola de los suelos, porque no la he visto más que en terrenos accidentados, secos y pedregosos; sin embargo, faltarían observaciones para enriquecer el conocimiento que pudiera deducirse del desarrollo de estas plantas.

LECHUGUILLA.

(*Agave*).

Esta planta, usada exclusivamente para la obtención de la fibra conocida con el nombre de pita, crece en terrenos muy semejantes a los que son favorables para el guayule y la candelilla y la he visto prosperar profusamente en los cerros y lomeríos del Norte del Estado de Zacatecas, en el Norte del Estado de San Luis Potosí donde tiene una gran explotación y los indígenas extraen la fibra por métodos enteramente rudimentarios.

El clima es extremoso en algunos lugares, frío en otros, sin que aparentemente se

noten diferencias muy notables en calidad por este concepto.

Un carácter que sí creo que influye considerablemente en el desarrollo de esta planta como en el caso de Agaves para obtención de pulque, de mezcal, zotol, etc., etc., es la presencia de la cal en los suelos pues el examen microscópico en las hojas de todos los ágaves muestran una gran cantidad de cristales de oxalato de calcio en forma de agujas (rafidios).

La conclusión que se puede tener es que los suelos donde prospera la lechuguilla son suficientemente ricos en cal. El carácter semi-desértico de las zonas donde prospera indica la resistencia de esta planta a la sequía.

Es posible que esta planta, como sus similares, sea susceptible de convertirse en planta de cultivo, como ha acontecido con la mayor parte de los magueyes que prosperan en condiciones semejantes.

Así es como podemos ver la adaptación de los ágaves en los llanos extensos de Apam, los más típicos de la zona magueyera en las colinas tepetatosas del Estado de México por el rumbo de Pachuca.

Los ágaves prosperan en diferentes climas y en diferentes terrenos, así tenemos distribuidas en el País diferentes variedades que se caracterizan no sólo botánicamente, sino por los productos diferentes obtenidos de ellos.

El maguey de Tequila, del que se obtiene la bebida llamada Tequila y que se desarrolla en el Estado de Jalisco, el maguey del zotol que se desarrolla en los Estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes y otros lugares que no conozco, el maguey de mezcal que se desarrolla en Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Chiapas.

El maguey de pulque, que comprende muchas variedades, que se desarrolla profusamente en el Estado de México, en el Distrito Federal, en el Estado de Puebla, el de Hidalgo, el de Guanajuato y en el de Tlaxcala.

Al dar los nombres de estos ágaves no he usado su nombre técnico para hacer más accesible esta parte de mi conferencia.

Además de estos ágaves tenemos una gran cantidad de plantas que se aprovechan industrialmente y que sería muy largo enumerar pues la flora mexicana en ágaves es sumamente rica y por sí sola bastaría para escribir un volumen de bastante importancia.

El carácter general es el de que los terrenos donde los ágaves prosperan es suficientemente rico aunque poco profundos pues se desarrollan en condiciones de rusticidad tal, que terrenos que no pueden aprovecharse para otras plantas, aun las de sistema radical muy superficial, pueda ser aprovechado en la plantación del maguey.

Cuando se logra cultivar un terreno delgado, por ejemplo, en las formaciones tepetatosas de los Estados de México y de Hidalgo y de Tlaxcala, se tienen muy buenas cosechas de cebada, lo que indica la riqueza de estos suelos en ácido fosfórico y potasa.

NOPAL. (Opuntia).

El nopal forma un ejemplar de vegetación silvestre muy importante, al igual que él una enorme variedad de cactáceas que se desarrollan en diferentes climas y en diferentes condiciones de terrenos.

La zona más característica de las que conozco está constituida por la parte Sureste del Estado de San Luis Potosí, Aguascalientes y Zacatecas.

Esta planta prospera en terrenos muy pedregosos y en lomeríos o en las faldas de los cerros. Es susceptible de cultivo en terrenos planos donde se adapta perfectamente, prospera siempre en terrenos ricos y es muy resistente a la sequía.

El nopal con otras cactáceas lo he visto desarrollarse en todos los climas, en climas fríos, extremos, semi-áridos prospera bien, así como en terrenos cálidos y lluviosos y también en las zonas templadas.

Su distribución geográfica es sumamen-

te vasta y lo único que podemos deducir de su presencia es que los suelos son ricos en elementos nutritivos para las plantas.

Una zona muy importante donde se encuentran dominantes los órganos y las pitahayas se encuentra localizada en los conglomerados que forman el Cañón de Tome entre Tehuacán y Oaxaca.

La tuna, que se cosecha en grandes cantidades en los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas, se emplea como fruta, para fabricar un dulce muy estimado llamado "queso de tuna" y una bebida fermentada que en San Luis Potosí llaman "colonche".

GOBERNADORA

(*Larrea Mexicana*)

La gobernadora ocupa extensísimas zonas semi-desérticas del Estado de San Luis Potosí y de Nuevo León.

La he visto ocupando extensas llanadas donde no es poco común ver aparecer el álcali blanco y el yeso. Parece que estas plantas son muy resistentes a estos cuerpos.

Se presenta en terrenos característicos de zonas desérticas o semi-desérticas, bastante profundos y algo compactos algunas veces.

No podrían deducirse cualidades determinadas para los suelos ocupados por esta planta porque se presenta en condiciones muy variadas tanto de terreno como de clima.

También he visto a la gobernadora en algunas partes del Estado de Chihuahua, ocupando viejas terrazas formadas en antiguos lagos desecados a la fecha.

CACALOXUCHIL

(*Plumeria rubra*).

Esta planta sugestiva por su hermosura cuando se halla en flor, es una planta muy abundante en climas templados y cálidos.

La he visto muy abundante en los Estados de Guerrero y de Morelos, en los va-

llecillos y cañadas formados entre cerros y lomeríos en los que la roca dominante es la caliza fosilífera.

La característica de estas tierras es que son tierras negras o morenas oscuras, algunas veces bastante arcillosas, muy ricas, que producen excelentes cosechas de frijol, de haba, de papa, etc., etc., lo que indica su gran riqueza.

GUAYABA, SILVESTRE

(*Psidium pomiferum*).

La guayaba silvestre forma verdaderos montes en una vasta extensión de Guerrero y de Morelos en la colindancia de ambos Estados, prospera en terrenos de lomerío algo pedregosos, pero ricos, sin embargo de esto, su rusticidad es tal y sus condiciones de desarrollo tan diversas que no creo que pueda tenerse una conclusión precisa de su presencia, pues tan próspera en terrenos de origen primitivo como en terrenos muy ricos en cal.

CASCALOTE

(*Caesalpinia coriaria*).

Esta planta tan justamente preciada por su gran riqueza en materias curtientes, se desarrolla en lugares muy cálidos del Estado de Guerrero en las cercanías de Iguala y en la cuenca del Balsas.

Su presencia indica terrenos profundos, ricos en cal y aguas no muy profundas.

El área que comprende la distribución de esta planta se me ha informado ser sumamente basta. De ella no conozco sino una pequeña porción.

AMOLE DE BOLITA

(*Sapindus marginatus*).

Esta planta es extensamente usada por los indígenas de Oaxaca para el lavado de la lana y de la ropa debido a la gran riqueza de saponina en su fruto. Se encuentra abundantísima en los Valles de Oaxaca, Tlacolula, y Etla, todos ellos del Estado de Oaxaca.

La sombra de su hermoso follaje forma lugares de descanso muy agradables en el tiempo de calor, que se hace sentir muy fuerte en aquellas zonas.

El clima es más bien templado y prosperan en aquellas zonas la caña de azúcar, el garbanzo, el maíz y el frijol.

Los extensos valles de Oaxaca se caracterizan por las tierras francas dominantes, limosas en las vegas de los ríos donde la corriente es mansa y arenosos donde la corriente es más rápida.

Los suelos de aluvión son bastante ricos.

Los cerros de las cercanías de Oaxaca, constituídos la mayoría de ellos por esquitos micro-cristalinos, presentan una vegetación raquítica que contrasta notablemente con la fertilidad de los valles.

Al amole de bolita lo he visto desarrollarse admirablemente en terrenos bajos, profundos, no muy compactos y con bastante humedad; por esta observación puede creer-

se que su presencia es indicio de buenas tierras.

En esta exposición no hago referencia a la flora propia de las selvas porque no encuentro relación en ella con el carácter de los suelos agrícolas y si bien es cierto que contribuye grandemente la naturaleza de las rocas con relación a algunos árboles hay que tener en cuenta también la elevación, que influye poderosamente en la vegetación.

CHAPARRO SALADO

Esta es la planta que me es más conocida de las que caracterizan los terrenos alcalinos. Abunda en el Valle de México a las orillas de los lagos de Texcoco, de Zumpango, de Chalco y en los bordes de los canales.

Su presencia es un signo casi inequívoco de los suelos alcalinos.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

E. Peredo.

EFECTO DE LAS AGUAS ALCALINAS EN LAS TIERRAS DEL VALLE DEL MEZQUITAL

por
Miguel Brambila.
del
Depto. Agronómico de la Com. Nac. de
Irrigación.

ESTUDIO DE LOS SUELOS.

La ampliación del Sistema Requena por cuenta de la Comisión Nacional de irrigación, va a permitir el aprovechamiento de nuevas tierras hasta hoy no irrigadas y para cuando ésta quede terminada, será indispensable que se conozca de una manera más o menos exacta el efecto de las aguas sobre las diferentes clases de tierras que se irrigarán a fin de poder reglamentar su uso y al mismo tiempo aconsejar atinadamente a los nuevos colonos para evitarles un fracaso seguro, en caso de usar su agua en forma inadecuada.

El Jefe del Departamento Agronómico comisionó al suscrito hace algún tiempo para que hiciera los estudios del caso y como para su terminación se requerirán algunos meses más, me concretaré únicamente a dar a ustedes cuenta del plan general trazado y de lo que se ha hecho hasta la fecha.

Podemos dividir el estudio en tres partes:
Primero Estudio de los diferentes tipos de suelos que se van a irrigar.

Segundo.—Análisis de las aguas que se usarán para la irrigación.

Tercero.—Experimentos de Laboratorio para conocer el efecto de las aguas sobre las tierras.

Cuarto.—Observaciones en el campo en zonas actualmente irrigadas por el Sistema Requena.

El personal de Agrónomos del Departamento ha estado haciendo el estudio de los suelos en la nueva zona que se irrigará, pero hasta el momento solamente se tienen datos aislados que se pueden resumir en la forma siguiente:

En las tierras que se irrigarán predominan las arenosas, siguiéndole en importancia las arcillosas y por último los limos.

De 101 muestras de tierra que han sido remitidas a los Laboratorios para su análisis y que fueron tomadas para el estudio preliminar, 49 son migajones arenosos, 23 migajones arcillosos y el resto limos, francas y otros tipos diversos. El mismo Departamento Agronómico ha hecho estudios del sub-suelo del que en otro informe se dará cuenta.

ANALISIS DE LAS AGUAS.

Las aguas que se usarán para la irrigación del Valle del Mezquital, proceden de tres fuentes diversas:

Aguas del Río Salado.

Aguas de Juandó.

Aguas de Requena.

Las aguas del Río Salado fueron analizadas en octubre del año pasado con los siguientes resultados:

Limo.	1	09.0	Partes por 100.000
Arcilla.		45.0	” ” ”
Cal. como CO_3 Ca.		45.0	” ” ”
Sulfatos como SO_3 Ca.		1.0	” ” ”
Magnesio como SO_4 Mg.		3.5	” ” ”
Indeterminados.		15.5	” ” ”

Estas aguas como se ve no contienen sales alcalinas nocivas a la agricultura y se les puede considerar como apropiadas; no es necesario tener nuevas muestras de las mismas, tomadas en diferentes épocas a fin de determinar su composición media.

AGUAS DE JUANDO.

Estas aguas proceden en su mayor parte del Gran Canal del Desagüe del Valle de México y han sido analizadas últimamente en los Laboratorios del Departamento con los siguientes resultados:

Muestras tomadas en Tlamaco:

Carbonato de Calcio, 11 partes por 100,000
 Carbonato de sodio, 39.2 partes por 100,000
 Cloruro de sodio, 23.98 partes por 100,000
 Sulfatos, trazas.

Muestra tomada a la salida de la planta.

Carbonato de calcio, 8.0 partes por 100,000
 Carbonato de sodio, 43.5 partes por 100,000
 Cloruro de sodio, 27.43 partes por 100,000
 Sulfatos, trazas.

Muestra tomada cerca de Actopan.

Carbonato de calcio 12.0 partes por 100,000
 Carbonato de sodio 19.6 " " "
 Cloruros. 18.72 " " "
 Sulfatos. Trazas.

Durante las épocas de lluvias el vaso del antiguo Lago de Texcoco es usado como regulador de todos los Ríos del Sur y Poniente del Valle de México y cuando el nivel de las aguas sube a un límite peligroso se acostumbra dar salida a esas aguas por medio de una compuerta situada en el kilómetro 20 del Gran Canal del Desagüe por cuyo cauce corren para salir del Valle de México. Estas aguas están fuertemente cargadas de los carbonatos y cloruros de sodio que existen en el vaso, por lo que la alcalinidad de las aguas de Juandó sube en forma considerable hasta hacerlas en algunas ocasiones inútiles para el riego. Los análisis anteriores fueron hechos en muestras tomadas du-

rante la época de sequía, por lo que resultan con alcalinidad relativamente pequeña.

Las aguas del Lago de Texcoco fueron analizadas también con los siguientes resultados:

Carbonato de sodio, 943.40 pts. p. 100,000
 Cloruro de sodio, 1965.60 pts. p. 100,000
 Sulfato de sodio, 100.78 pts. p. 100,000.

De los análisis anteriores podemos deducir que las aguas del Río Salado (por lo menos en la época en que fueron tomadas) son perfectamente apropiadas para la irrigación, tanto por la cantidad como por la calidad de las sales solubles que contienen.

Las aguas de Juandó contienen sales alcalinas en cantidad suficiente para hacerlas sospechosas y podrían perjudicar determinadas tierras, en caso de no usarse con la debida precaución. Al descargar las aguas del Lago de Texcoco en el Gran Canal, se aumenta de una manera evidente la cantidad de estas sales hasta el grado de hacer imposible su uso en la agricultura. Este hecho está fuera de toda duda, pues en épocas anteriores los agricultores poco experimentados usaron estas aguas, inutilizando muchas tierras que hasta la fecha permanecen ociosas.

Por consiguiente, es de todo punto indispensable determinar con el mayor grado de exactitud posible, cuál es la cantidad máxima del álcali que pueden contener las aguas mezcladas de Juandó y Lago de Texcoco sin perjudicar las tierras de labor de esa región.

Naturalmente que tienen que entrar en juego multitud de factores de los cuales los principales son:

- Primero: Calidad de las aguas.
- Segundo: Composición física de los suelos.
- Tercero: Constitución de los subsuelos.
- Cuarto: Cantidad de agua empleada en los riegos.
- Quinto: Clase de plantas que se cultivan.

De estos cinco factores cuatro de ellos pueden ser controlados con bastante exactitud en experimentos de Laboratorio, no así el tercero de ellos (constitución de los subsuelos) que es de primordial importancia y cuyos efectos sólo podrán ser observados en el campo.

EXPERIMENTOS DE LABORATORIO.

Para esto se han escogido tres tipos de suelos, tomados de la misma región cuyos análisis mecánicos damos en seguida:

TIPO NUMERO 1. (Migajón arcilloso)

Grava fina	0.8%
Arena gruesa	1.8 „
Arena media	3.9 „
Arena fina	17.7 „
Arena muy fina	15.5 „
Limo	39.2 „
Arcilla	21.1 „

TIPO NUMERO 2. (Arena fina)

Grava fina	3.8%
Arena gruesa	5.4 „
Arena media	20.7 „
Arena fina	48.8 „
Arena muy fina	14.2 „
Limo	3.2 „
Arcilla	3.9 „

TIPO NUMERO 3. (Migajón arenoso)

Grava fina	0.6%
Arena gruesa	1.6 „
Arena media	4.7 „
Arena fina	27.9 „
Arena muy fina	22.4 „
Limo	29.5 „
Arcilla	13.3 „

Al tomar estas muestras se procuró aproximarse hasta donde fuera posible a los tipos predominantes en la región; tan luego como se terminó esta serie de experimentos se continúan usando otros tipos menos abundantes como son limos, arcillas, etc.

El experimento se organizó en 36 cajones de madera de 0.50 mts. por 0.50 mt. por 0.50 mts. con cinco perforaciones hechas en el fondo, de dos centímetros de diámetro, por lo que hay que suponer el caso de un

subsuelo permeable o bien drenado como son generalmente en la región del Mezquital; 12 de los cajones se llenaron con tierra del tipo número 1; otros 12 con la número 2 y otros 12 con la número 3, numerando cada cajón con un quebrado cuyo numerador indica el tipo de la tierra y el denominador su número ordinal.

Las aguas usadas proceden de Juandó; (tomadas a la salida de la planta), Texcoco, (tomadas del Lago) y de Requena (tomadas del canal a la altura de Juandó).

Preparamos seis diversas calidades de agua en la forma siguiente:

- (A).... Agua de Requena.
- (B).... Agua de Juandó.
- (C).... 75% de Juandó y 25% de Texcoco.
- (D).... 50% de Juandó y 50% de Texcoco.
- (E).... 25% de Juandó y 75% de Texcoco.
- (F).... Agua de Texcoco.

Los experimentos se están haciendo por duplicado y como plantas de cultivo se escogieron el trigo y la cebada. El día 16 del mes ppdo. se sembraron 15 granos de cada una de las semillas en cada uno de los cajones y se regaron con cinco litros de agua por cajón de las aguas por experimentar. Después de este riego no ha habido necesidad de dar otro debido a las lluvias continuas que han caído en la Ciudad.

En otras palabras, con el agua (A) se regaron dos cajones con el tipo de tierra 1; 2 del tipo número 2, 2 del tipo número 3; o sean los $\frac{1}{1}$ 1; $\frac{2}{2}$ y 2; $\frac{3}{3}$ y 3.

$$\frac{1}{1} \quad \frac{2}{2} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{2}{2} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{2}{2}$$

Igual cosa se hizo con el agua (B), (C), etc., etc.

La resistencia eléctrica encontrada en las tierras, antes del experimento fué la siguiente:

Núm. 1	290
Núm. 2	420
Núm. 3	290

Después de nueve días de experimentación se tomó una muestra superficial estando las tierras húmedas y los resultados de la resistencia eléctrica han sido los siguientes:

Cajón	Agua usada	Resistencia original	Resistencia después de 9 días.
$\frac{1}{2}$	A	290	370
$\frac{1}{4}$	B	290	260
$\frac{1}{6}$	C	290	120
$\frac{1}{8}$	D	290	80
$\frac{1}{10}$	E	290	58
$\frac{1}{12}$	F	290	29

Cajón	Agua usada	Resistencia original	Resistencia después de 9 días.
$\frac{2}{2}$	A	420	1 300
$\frac{2}{4}$	B	420	1,500
$\frac{2}{6}$	C	420	400
$\frac{2}{8}$	D	420	350
$\frac{2}{10}$	E	420	380
$\frac{2}{12}$	F	420	280

Cajón	Agua usada	Resistencia original	Resistencia después de 9 días.
$\frac{3}{2}$	A	290	680
$\frac{3}{4}$	B	290	600
$\frac{3}{6}$	C	290	198
$\frac{3}{8}$	D	290	93
$\frac{3}{10}$	E	290	80
$\frac{3}{12}$	F	290	45

En todos los casos se observó que la resistencia de las tierras regadas con las (A) y (B) procedentes de Requena y Juandó respectivamente, aumentaron en vez de disminuir y esto se debe a que las tierras traían originalmente una corta cantidad de sales que fueron arrastradas por las aguas de riego relativamente puras y por las de lluvia que recibieron después. El arrastre fué más notable en la tierra número 2 (arena), siguiéndole después la número 3 (migajón arenoso) y por último la 1 (migajón arcilloso) que es la que contiene mayor cantidad de arcilla, comprobando con esto una vez más el poder absorbente de las tierras de fina constitución.

Se observó igualmente que mientras mayor es la cantidad de sales en el agua, mayor es también la cantidad retenida por los suelos a pesar de que sólo se dió un riego y después las aguas de lluvia han seguido humedeciendo la tierra; así vemos que el agua de Requena no hace bajar la resistencia del suelo. El agua de Juandó afecta únicamente la tierra número 1, que es arcillosa, bajando ligeramente su resistencia de 290 a 260. En cambio al agregar el agua de Texcoco, las resistencias disminuyen gradualmente a medida que el agua aumenta en sales solubles, hasta llegar a su máximo en donde se observan resistencias tan bajas como 29 en la tierra número 1.

Puede observarse que la arena (2) es la que retiene menor cantidad de sales solubles, pues al final del experimento baja de 420 a 280. Lo sigue después el migajón arenoso número 3 que baja de 290 a 45 y por último el migajón arcilloso (1) que baja de 290 a 29, siendo esta tierra la que absorbe mayor cantidad de sales.

Es también digno de observarse la facilidad con que la arena (2) pierde las sales solubles que contienen cuando sufre la acción del agua pura y en los lotes 22 y 24 regados con agua de Requena y Juandó puede verse que la resistencia original de 420 se elevó a 1,300 y 1,500 respectivamente.

Resumiendo lo anterior, podemos deducir:

Primero: La cantidad de sales retenida por las aguas del Mezquitil es proporcional

a la cantidad de material fino que contienen.

Segundo: Las aguas de Requena y Juandó, no alteran o perjudican a las tierras de los tipos experimentados, mientras no se mezclan con las del Lago de Texcoco.

Tercero: La cantidad de sales retenida por las tierras es directamente proporcional al por ciento que contengan las aguas.

Pasaremos ahora a indicar cuál ha sido el resultado obtenido hasta hoy en los experimentos de siembra hechos en los mismos cajones.

CEBADA

Pasados nueve días de hecha la siembra, nacieron las plantas de la manera siguiente:

TIERRA NUMERO 1 (Migajón arcilloso).

Regada con	(A) Requena	(B) Juandó	(C)	(D)	(E)	(F)	Germinación media	Altura media.
							13	13
							13	11.05
							11	10.5
							14	10.0
							12	7.5
							9	2.0

TIERRA NUMERO 2 (Arena)

Regada con	(A)	12	11.
" "	(B)	12	10.
" "	(C)	13	10.
" "	(D)	10	7.
" "	(E)	6	1.5
" "	(F)	7	1.5

TIERRA NUMERO (3) (Migajón arcilloso).

Regada con	(A)	13	10.5
" "	(B)	12	11
" "	(C)	12	12
" "	(D)	12	10.5
" "	(E)	12	8
" "	(F)	12	5.5

Obsérvese que los resultados de los experimentos anteriores, no concuerdan en mo-

do alguno con los efectos causados por las sales en las tierras sujetas a experimenta-

ción; desde luego puede observarse que en la arena (tierra número 2), la germinación fué menor y la altura media alcanzada por las plantas fué también inferior; aparte de eso las plantas nacidas en la arena tuvieron un color menos lozano y su desarrollo fué más raquítico.

Este resultado como decimos anteriormente no va de acuerdo con las resistencias eléctricas obtenidas para la misma arena, de lo que se deduce que es muy posible que algún otro factor intervenga para obtener este resultado contradictorio.

Es indiscutible que el más desarrollado de los granos de cebada en la arena, no puede deberse al exceso de álcali, pues las tie-

rras número 1 y 3 contienen mayor cantidad de álcali y sin embargo las plantas están más lozanas, así que es muy posible que un descuido de manipulación u otro factor extraño que ya tratamos de determinar haya influido para obtener estos resultados.

El efecto de las sales alcalinas en los migajones arenosos y arcillosos se hace poco sensible cuando se usa el agua de Requena o de Juandó, pudiéndose observar que tan pronto como se empieza a agregar el agua de Texcoco, aunque sea en la proporción de 25% agua (C), tanto la germinación media como la altura disminuyen progresivamente a medida que aumenta la proporción de agua de Texcoco.

EXPERIMENTOS CON EL TRIGO.

TIERRA NUMERO 1. (Migajón arcilloso)

Regada con	(A)	Germinación media	Altura media
"	"	(B)	
"	"	(C)	
"	"	(D)	
"	"	(E)	
"	"	(F)	

TIERRA NUMERO 2. (Arena)

Regada con	(A)	12	16.5
"	"	(B)	12
"	"	(C)	13
"	"	(D)	10
"	"	(E)	8
"	"	(F)	8

TIERRA NUMERO 3. (Migajón arenoso)

Regada con	(A)	12	15.5
"	"	(B)	13
"	"	(C)	12
"	"	(D)	13
"	"	(E)	11
"	"	(F)	9

El mismo fenómeno que se observó con la cebada se observa con el trigo y las consideraciones que se hicieron anteriormente respecto a aquél cereal pueden aplicarse a este último.

Naturalmente que no se pueden hacer consideraciones finales respecto a este experimento hasta que no se haya observado el desarrollo total de las plantas de cebada y trigo así como su rendimiento en granos.

Tan luego como se haya terminado el presente experimento se continuarán usando otras plantas de cultivo de las más usuales para observar sus resultados. En vista del efecto palpable que produce la adición de 25% de aguas de Texcoco a las aguas de Juandó es conveniente hacer una nueva se-

rie de experiencias agregando cantidades menores de agua de Texcoco variables entre 5 y 25% a fin de observar sus resultados.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

M. BRAMBILA.



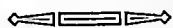


Informe de la Comisión de

TERMINOLOGIA DE SUELOS

DEL

Colegio Agrológico de Meoqui, Chih.



MEXICO

1928

SIGUIENDO una de las miras de todas las ramas de la ciencia, que es la tendencia a la unificación universal de sistemas y de términos, no hemos pretendido hacer un Glosario que contenga palabras nuevas, creadas o desconocidas. Por el contrario, nos hemos concretado, hasta donde ha sido posible, a traducir casi literalmente, el Informe rendido por el Comité de Terminología reunido en ocasión del octavo Mitin de los miembros de la American Soil Survey Ass., incluido en el Boletín número IX que se publicó en marzo del presente año.

Al hacer este trabajo tradujimos al pie de la letra, el mayor número de las **definiciones** y buscamos las palabras de uso más comunes en el País para aplicarlas a **dichas definiciones**.

La Lista de Términos que se adjunta

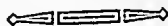
la proponemos como inicial y excitamos a todos los que en México se dediquen a la Edafología, para que cooperen a la rectificación o al aumento de términos o definiciones que se propondrá en ocasión del segundo Colegio Agrológico.

Respetuosamente,
Chas. F. Shaw.
Pres. de la Com.

COMISION DE TERMINOLOGIA:

A. Brambila Jr.
A. Rodríguez L.
A. E. Kocher.
M. Brambila.
Chas. F. Shaw.

La Lista de Términos adjunta fué aceptada y su aprobación oficial será solicitada por la Com. de Resoluciones.





TERMINOLOGIA DE SUELOS.

Lista de términos técnicos que deben usarse en la descripción y la clasificación.

TERMINOS GENERALES

EDAFOLOGIA:

Es la rama de la Ciencia, que se ocupa del suelo como parte de la Naturaleza.

EDAFOLOGISTA: (EDAFISTA) (EDAFOLOGO).

El individuo versado en Edafología. El que se ocupa de la Ciencia del Suelo.

La Edafología se ocupa, particularmente, del suelo como un cuerpo natural en su posición natural. Incluye también estudios de Química, de Física y de Biología del suelo así como otras ramas de investigación científica que se relacionan directamente con los problemas del suelo.

SUELO:

Es el cuerpo natural que ocupa la parte superficial de la Tierra, compuesto de materias mineral y orgánica y que tiene horizontes definidos de eluviación e iluviación.

El término "Suelo", incluye la capa arable de tierra (solum) y las partes superiores de los lechos donde ella descansa; esto es: los horizontes "A", "B" y "C".

SOLUM:

La parte de la masa del suelo que está sujeta a la acción del intemperismo. Los horizontes "A" y "B".

ELUVIACION:

El proceso por medio del cual, las aguas de infiltración han eliminado ciertas materias por solución o por suspensión "horizonte de eluviación", capa de la cual se ha eliminado cierto material, por eluviación.

ILUVIACION:

El proceso de depósito del material arrastrado, en solución o suspensión, por las aguas infiltradas. ("horizonte de iluviación"). Capa en la cual se ha depositado cierta cantidad de materia, por iluviación.

FERTILIDAD DEL SUELO:

La capacidad de producción de un suelo, en las más favorables condiciones.

PRODUCTIVIDAD:

El poder de producción del suelo, bajo las condiciones normales existentes.

La fertilidad del suelo se refiere a la productividad máxima bajo condiciones ideales de clima y de administración como en un invernadero donde todas las condiciones pudieran ser controladas. La productividad se refiere al producto real bajo las condiciones (de clima y demás) generalmente encontradas.

CARACTERISTICAS DEL SUELO:

Cualidades, propiedades o factores que pueden servir para establecer el carácter de un suelo.

MATERIA ORGANICA: (del suelo).

La materia derivada de organismos (generalmente residuos de plantas) que se encuentran en mayor o menor estado de descomposición.

El término "materia orgánica" abarca toda la materia en cualquier estado de descomposición, y es más recomendable que "Humus", que circunscribe el significado.

HUMUS:

Un estado de la materia orgánica en descomposición, más o menos definido.

Este término es bastante indefinido en aplicación y también en el sentido analítico. Es mejor usar el término "Materia orgánica" que es más general, cuando se trata del contenido orgánico del suelo.

TEPETATE:

Es un término que se aplica a una forma de substrato o lecho rocoso, consolidado y estratificado, que por la apariencia superficial se asemeja al Saxeum. La formación del Tepetate es un proceso geológico de deposición y consolidación que, debido al intemperismo, ha dado lugar a un suelo.

Los Sáxeums se han formado como resultado del intemperismo del suelo y son posteriores a la formación del suelo. El Tepetate ha sido intemperizado para formar el suelo y es anterior a la formación del suelo.

CALICHE:

Caliche es un término que se aplica a una forma de Calci-sáxeum en el cual, la cantidad de carbonato de calcio es muy grande y puede aparecer en forma cristalina casi pura o en masas amorfas. El horizonte cementado con cal, es generalmente bastante grueso y tiene sub-horizontes en los cuales varía el grado de cementación y consolidación siendo generalmente más dura la superficie superior.

La formación de Caliche puede presentarse en horizontes de cualquiera textura,

pero se encuentra más comunmente donde los horizontes originales fueron de textura gruesa, generalmente arenosos o gravosos.

SAXEUM:

Horizonte de iluviación que ha sido cementado hasta adquirir una consistencia semejante a la roca y que no se suaviza al humedecerse.

El verdadero saxeum está cementado por materiales que son difícilmente solubles y forma un lecho duro que limita definitivamente la penetración de las raíces y del agua. El término sáxeum no debe aplicarse a los lechos de arcilla que no están cementados ni a los lechos que se suavizan cuando se humedecen. La palabra sáxeum puede combinarse para formar los términos: Sili-saxeum, ferro-saxeum o calci-saxeum, según predominen en él los materiales silicoso, ferroso o calcáreo, respectivamente.

ARCILLO-COMPACTUM:

Horizonte de acumulación o estrato de arcilla, compacta y relativamente impermeable.

El arcillo-compactum no está cementado y se suaviza cuando se moja. Su presencia puede impedir el movimiento del agua y el desarrollo de las raíces como lo hace el saxeum. Es más difícil de eliminarse, pues mientras el sáxeum puede volarse por los explosivos, el arcillo-compactum, después de quebrado por cualquier medio, se vuelve a formar en cuanto se humedece. La distinción entre el Saxeum y el arcillo-compactum, es muy importante en la clasificación.

PERFIL DEL SUELO.

PERFIL: (del suelo).

Es una sección vertical del suelo que muestra desde la superficie hasta los lechos inferiores, no sujetos al intemperismo.

PERFIL REGIONAL:

Una descripción generalizada que da las características de perfil, comunes a los suelos de una región geográfica determinada.

PERFIL TIPICO:

Un perfil representativo de un "tipo" o de una "serie" de suelos. El estandard del tipo o de la serie.

HORIZONTE: (del suelo).

Un lecho o parte del perfil del suelo, más o menos bien definida, que ocupa una posición aproximadamente paralela a la superficie del suelo.

HORIZONTE "A":

El horizonte superior de la masa del suelo del cual se ha eliminado cierto material por medio de las aguas de infiltración. Los horizontes eluviados del suelo. El suelo superficial.

El horizonte se divide a veces en sub-horizontes. El "A" no es parte del suelo mineral sino la acumulación de residuos orgánicos bajo la superficie. Se designan "A₁", "B₂", etc.

HORIZONTE "B":

El horizonte de depósito al cual se han agregado ciertos materiales por medio de las aguas de infiltración. Los horizontes de iluviación. El subsuelo.

HORIZONTE "C":

El horizonte de materia, relativamente no sujeta al intemperismo y sobre el cual descansa el horizonte "B". El substrato.

Aunque el horizonte "C" se describe como no sujeto al intemperismo, suele mostrar algunas modificaciones en las partes superiores y puede tener uno o más sub-horizontes.

SUBSUELO:

El horizonte o lechos de suelo que están debajo de los suelos superficiales. Los horizontes "B".

Pueden usarse, cuando sea necesario, los

términos de subdivisión: Sub-suelo superior y Sub-suelo inferior.

SUBSTRATO:

El horizonte o lechos de material que están debajo de toda la masa de suelo. Los horizontes "C".

En la mayoría de los casos el substrato es la materia prima profunda, no sujeta al intemperismo.

CLASIFICACION DEL SUELO.

TIPO (suelo):

Un suelo que tiene, en todos los lugares donde se presenta, caracteres relativamente uniformes de textura en el suelo superficial y caracteres de perfil, uniformes también. La unidad de levantamiento.

El nombre del tipo es una combinación del nombre de la serie y el nombre del grado de textura, por ejemplo: "Migajón arenoso Saucillo".

FASE:

Una subdivisión del Tipo que abarca los suelos un poco alejados de las características del Tipo pero que no justifica el establecimiento de un Tipo nuevo.

La subdivisión Fase, se usa también cuando el área que presenta caracteres distintos es demasiado pequeña para ameritar un reconocimiento independiente pero que se debe hacer notar en el plano y en el Informe. Las variaciones de la Fase pueden abarcar: Color, Textura, Estructura, Topografía, Drenaje o cualquiera otra desviación del Tipo.

SERIE:

Un grupo de suelos que tienen el mismo carácter de perfil, (color, estructura, consistencia y acomodamiento de horizontes) las mismas condiciones generales de relieve y drenaje, generalmente un origen o modo de formación comunes o semejantes. Un gru-

po de tipos muy semejantes en todos conceptos, con excepción de la textura del horizonte "A".

FAMILIA:

Un grupo de series que se acercan a una condición de perfil, común o semejante.

La Familia debe incluir los suelos que se acercan a las mismas características de perfil, sin tener en cuenta el punto de vista de su desarrollo, pero sí su origen y modo de formación.

PROVINCIA:

Un grupo de Series y Familias basado en las semejanzas de las características del perfil.

TEXTURA DEL SUELO.

TEXTURA:

Es el término que indica el grosor o finura del suelo; la cantidad de cada uno de los grupos de granos que constituyen el suelo.

Como el suelo está casi siempre formado de partículas ampliamente variables de tamaño, los términos de textura expresan el efecto de todos los tamaños de granos, combinados, pero deben indicar la predominancia (en cantidad o en efecto) de un cierto grupo de granos.

La composición se determina por medio del análisis mecánico, esto es: un proceso de Laboratorio que separa el suelo en grupos de tamaño.

El sistema de Análisis Mecánico que se usa en este país, es igual al que usa el Bureau of Soils del Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos y separa el suelo en grupos o "Separados" de siete tamaños distintos que tienen los siguientes nombres y tamaños:

Grava fina.	de	2 a 1.	m.m.
Arena gruesa.	"	1 "	.5 "
Arena media.	"	5 "	.25 "
Arena fina.	"	25 "	.10 "
Arena muy fina.	"	10 "	.05 "
Limo.	"	05 "	.005 "
Arcilla.	"	.005 "	?.? "

GRADO DE TEXTURA: (Clase)

Clasificación que se basa sólo en la textura del suelo.

El Cuadro Sinóptico y triángulo indican las cantidades de tamaños de granos que dan al suelo su característica de textura así como los nombres correspondientes.

TÉRMINOS DE TEXTURA

ARENA:

La arena es suelta y granulosa. Los granos individuales se ven y se sienten fácilmente. Cuando se comprimen en la mano, si están secos, caen separadamente al dejar de oprimirlos. Si se comprimen cuando están húmedos, forman un molde, el cual se desmorona al tocarlo.

MIGAJON ARENOSO:

Es un suelo que contiene mucha arena, pero que tiene bastante limo y arcilla para hacerlo un tanto coherente. Los granos individuales de arena pueden ser fácilmente vistos y sentidos. Si se comprime cuando está seco, forma un molde que fácilmente se desmorona, pero si se comprime cuando está húmedo, el molde puede ser manejado cuidadosamente sin que se quiebre.

FRANCO:

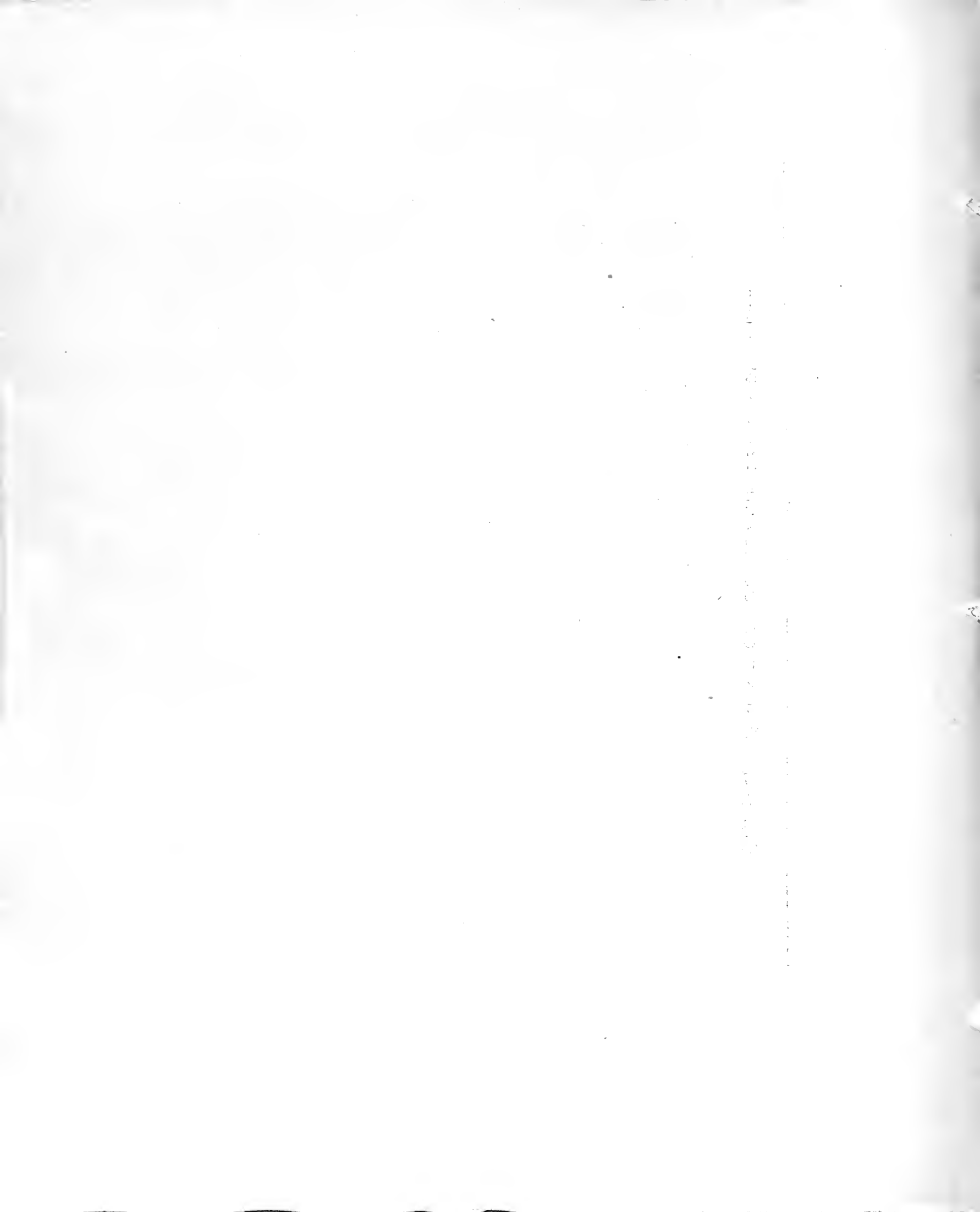
Es un suelo que tiene una mezcla relativamente constante de los diferentes granos de arena, de limo y de arcilla. Es blando y ligeramente arenoso o áspero al tacto, aunque regularmente no muy áspero y ligeramente plástico. Al comprimirlo, estando seco, forma un molde que se puede manejar con cuidado, en tanto que el molde formado por la compresión del suelo húmedo puede ser manejado con toda libertad sin que se quiebre.

MIGAJON LIMOSO:

Es un suelo que tiene una textura fina. Cuando seco puede aparecer completamente terronoso pero los terrones se pueden que-

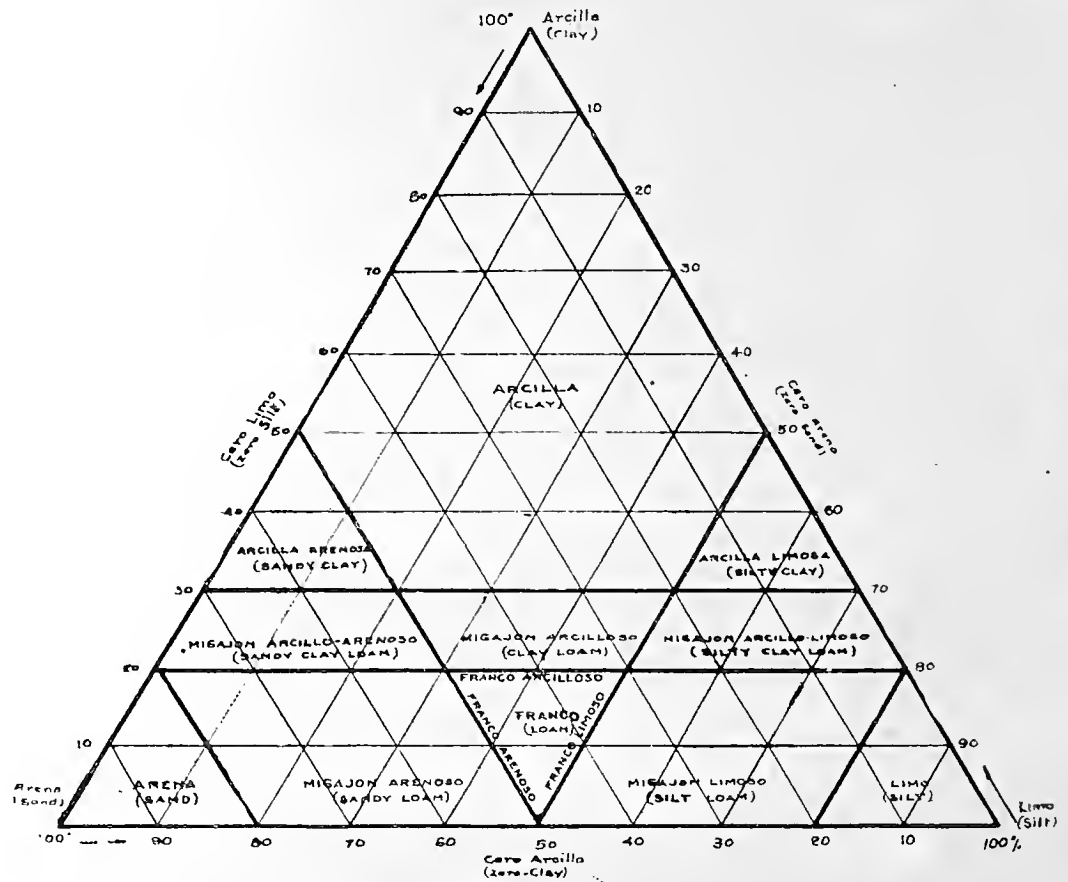
CUADRO SINOPTICO DE CLASIFICACION DE TIERRAS.

<p style="text-align: center;">Menos de 20% de arcilla u limo... ARENAS</p>	<p style="text-align: center;">- 35% o mas de grava fina y arena gruesa y menos de 50% de arena fina o muy fina ARENA GRUESA 35% o mas de grava fina, arena gruesa y medio y menos de 50% de arena fina o muy fina ARENA MEDIA 50% o mas de arena fina y muy fina ARENA FINA 50% o mas de arena muy fina</p>
<p style="text-align: center;">Menos de 20% de arcilla</p>	<p style="text-align: center;">45% o mas de grava fina y arena gruesa 25% o mas de grava fina, arena gruesa y medio, y menos de 35% de arena muy fina 50% o mas de arena fina y menos de 25% de grava fina y arenas gruesa y media 35% o mas de arena muy fina</p>
<p style="text-align: center;">De 20 a 50% de arcilla y limo... MIGAJONES ARENOSOS</p>	<p style="text-align: center;">MIGAJON ARENOSO GRUESO MIGAJON ARENOSO MEDIO MIGAJON ARENOSO FINO MIGAJON ARENOSO MUY FINO</p>
<p style="text-align: center;">50% o mas de arcilla y limo</p>	<p style="text-align: center;">Menos de 20% de arcilla, de 30 a 50% de limo y de 30 a 50% de arena Menos de 20% de arcilla, de 50 a 80% de limo y menos de 50% de arena Menos de 20% de arcilla, 80% o mas de limo y menos de 20% de arena</p>
<p style="text-align: center;">De 20 a 30% de arcilla</p>	<p style="text-align: center;">FRANCO MIGAJON LIMOSO LIMO</p>
<p style="text-align: center;">De 20 a 30% de arcilla</p>	<p style="text-align: center;">Menos de 30% de limo y de 50 a 80% de arena De 20 a 50% de limo y de 20 a 50% de arena De 50 a 80% de limo y menos de 30% de arena</p>
<p style="text-align: center;">30% o mas de arcilla</p>	<p style="text-align: center;">De 30 a 50% de arcilla, menos de 20% de limo y de 50 a 70% de arena 30% o mas de arcilla, menos de 50% de limo y menos de 50% de arena De 30 a 50% de arcilla, de 50 a 70% de limo y menos de 20% de arena</p>
	<p style="text-align: center;">MIGAJON ARCILLO-ARENOSO MIGAJON ARCILLOSO MIGAJON ARCILLO LIMOSO</p>
	<p style="text-align: center;">ARCILLA ARENOSA ARCILLA ARCILLA LIMOSA</p>



COMISION NACIONAL DE IRRIGACION
 DPTO. AGRICULTURA
 TRIANGULO
 para
 CLASIFICACION MECANICA
 DE SUELOS
 Chapultepec, Jul. de 1928 -

de Brambila



brar fácilmente y cuando se halla pulverizado es suave y harinoso al tacto. Cuando este suelo está húmedo escurre fácilmente sin separación de sus partículas. Ya esté seco o húmedo, forma moldes que pueden manejarse fácilmente sin romperse, pero cuando se humedece y comprime entre el pulgar y el índice, no forma una cinta, sino que por el contrario, aparece quebrado.

MIGAJON ARCILLOSO:

Es un suelo de textura fina que generalmente se quiebra en terrones que son duros cuando secos. Cuando estando húmedo se comprime entre el pulgar y el índice, forma una cinta delgada, quebradiza, que difícilmente sostiene su propio peso. Este suelo, cuando está húmedo, es plástico y forma un molde que soporta gran manipulación. Cuando se le comprime en la mano no se desmorona fácilmente sino que tiende a formar una masa fuertemente compacta.

ARCILLA:

Es un suelo de textura fina que usualmente forma terrones o bolas muy duras cuando se seca y es completamente plástica y generalmente pegajosa cuando húmeda. Cuando esta tierra húmeda se prensa entre el pulgar y el índice, forma una cinta larga flexible. Algunas arcillas finas muy abundantes en coloides, son desmenuzables y carecen de plasticidad, cualquiera que sea su condición de humedad.

SUELOS PEDREGOSOS O GRAVOSOS:

Todos los grados indicados del suelo, si se encuentran mezclados con una cantidad considerable de grava o piedra, se les designa como: Migajones limosos-pedregosos, Franco-gravoso, etc.

SEPARADO DE SUELO:

Es uno de los varios grupos que según el tamaño de las partículas, se han aislado en el análisis mecánico.

SUELO TURBOSO:

Suelo constituido principalmente por materia orgánica considerablemente descompuesta pero relativamente fibrosa, con residuos de plantas fácilmente reconocibles.

SUELO HUMIFERO:

Suelo que tiene una gran cantidad de materia orgánica en completa descomposición, con una considerable cantidad de suelo mineral, finamente dividido y con algunos residuos fibrosos.

El suelo turboso se ha definido como conteniendo más de 65% de materia orgánica y el suelo humífero, del 25 al 65%. No es deseable usar estos límites definidos de composición porque la distinción principal estriba en el grado de descomposición de la materia orgánica, de una manera secundaria en la cantidad.

SUELO COLOIDAL:

Es el suelo en el cual las partículas que ofrecen características coloidales se hallan en suficiente cantidad para proporcionar un efecto, apreciable en el terreno.

PESADO:

Este término se aplica a los suelos de textura fina en los cuales predomina la arcilla densa firme y compacta. (También se aplica este término a los suelos que contienen una gran proporción de arenas muy finas).

LIGERO:

Se aplica a suelos de textura entre gruesa y media con un contenido muy bajo de limo y arcilla, incoherente, de estructura de un sólo grano y de consistencia suelta.

CORTANTE:

Contiene partículas angulares en suficiente cantidad para hacerse sentir "raspan-te" al tacto.

ASPERO:

Contiene una suficiente cantidad de granos angulares de arena gruesa o de grava fina de tal modo que predomina al tacto. Generalmente se aplica este término a los suelos francos en los que la cantidad de granos gruesos es escasa.

TERSO:

Contiene partículas más gruesas pero bien redondeadas y donde predominan los separados finos. No es raspante.

UNTUOSO:

De textura muy tersa, exento de partículas gruesas, usualmente libre de otras que no sean los más pequeños agregados.

HARINOSO:

Suelo de textura fina en el que predomina el limo (o arcilla granulada con granos tamaño del limo); cuando seco es suave y polvoso. Si hay agregados, son desmenuzables.

POROSIDAD.**POROSIDAD DEL SUELO:**

Es un término que indica el efecto de los poros o huecos de la masa entre las partículas y los agregados que constituyen el suelo.

POROSO:

Masa del suelo en la que una gran porción del volumen consiste en poros o espacios huecos.

ESPONJOSO:

Suelo que contiene un gran número de espacios porosos de forma y tamaños irregulares interconectados a través de toda la masa del suelo.

CELULAR:

Suelo que contiene espacios porosos de tamaño y forma más o menos regulares, interconectados a través de toda la masa del suelo.

VESICULAR:

Suelo que contiene muchas pequeñas cavidades redondas, tersas en su interior, como formadas por burbujas de gas.

TUBULAR:

Suelo en el que los espacios porosos son más o menos regulares en tamaño y conectados de manera que forman huecos tubulares.

DENSO:

Masa de suelo en la cual sólo hay una porción relativamente pequeña de espacios porosos, con ausencia de grandes poros o grietas.

ESTRUCTURA.**ESTRUCTURA DEL SUELO:**

Es un término que expresa el arreglo o disposición de los granos y agregados que constituyen la masa del suelo. La estructura puede referirse al arreglo natural del suelo en su estado habitual e inalterado o al suelo en cualquier grado de alteración mecánica. Los términos empleados indican el carácter del arreglo, la forma general y el tamaño de los agregados y en algunos casos puede indicar la consistencia de los agregados.

Por estructura "suave" de los agregados se entiende la de aquellos que pueden romperse entre los dedos sin gran esfuerzo; por estructura "dura" la de los que no pueden romperse entre los dedos a menos de hacer un esfuerzo muy grande y por "media" la que puede considerarse entre ambas.

GRANULAR SUAVE:

Agregados que varían en tamaño, hasta de dos centímetros de diámetro, de con-

sistencia suave y de forma más o menos redondeada.

GRANULAR DURA:

Igual a la anterior, pero "dura".

TERRONOSA SUAVE:

Agregados en forma irregular, de consistencia suave y de dos a diez centímetros de diámetro.

TERRONOSA DURA:

Igual a la anterior, pero dura.

ADOBE:

Suelo que al secarse se agrieta o rompe en bloques irregulares, pero toscamente cúbicos. Las grietas son generalmente anchas y profundas y los bloques pueden medir desde 10 centímetros en adelante. (Los suelos de adobe son generalmente de textura pesada y abundantes en arcilla coloidal).

AMORFA:

Suelo de textura fina y con disposición maciza y uniforme de las partículas a través del horizonte. Sin estructura. Se encuentra sólo en suelos de contenido altamente coloidal y de la más fina textura, en que los granos individuales no pueden ser reconocidos.

NO ESTRUCTURADA:

Sin una estructura particular ni arreglo de las partículas del suelo en agregados.

ESPESA:

Condición de estructura sólida, producida cuando por acción natural o artificial, las estructuras previamente existentes se han quebrado o destruido. Sin gránulos.

PULVERULENTA:

Suelo reducido a una masa de migas suaves y gránulos pequeños, suaves también.

SEDOSA:

Condición de la superficie, en que los conglomerados están sueltos y son de peso ligero y fina estructura, sin cohesión o evidencia de arreglo. Harinosa.

COSTROSA:

Cuando la superficie del horizonte "A" o sea la parte más alta del terreno, se une en placas o costras separadas del horizonte sobre el cual descansan.

COSTROSA-GRANULAR.

La disposición en la que la estructura de costra de la superficie, descansa en un horizonte de partículas sueltas, incoherentes, de una estructura suave y granulosa.

LAMINADA:

Laminada es la disposición del suelo en capas o láminas muy delgadas, de un milímetro o menos de espesor, que yacen horizontal o paralelamente a la superficie del suelo. Generalmente frágil y de consistencia suave.

PLACAS:

Disposición de la masa del suelo en placas o capas de uno o cinco milímetros o más de espesor que descansan horizontal y paralelamente a la superficie del suelo. Generalmente son de consistencia media o dura habiéndolas rara vez suaves.

COLUMNAR:

Disposición natural de la masa del suelo en columnas más o menos regulares, separadas por planos verticales de hendeduras y generalmente quebradas por grietas horizontales, en secciones con los ejes verticales más largos que los horizontales.

PANAL:

Disposición natural de la masa del suelo en secciones de cinco a seis lados más o menos regulares, separados por grietas es-

trechas o capilares. Generalmente se encuentra como estructura o disposición de la superficie.

RETICULADA:

Disposición natural de la masa del suelo en fragmentos de tamaño más o menos regular, separados por una red de grietas estrechas o capilares. Esta disposición de las grietas puede convertirse en la estructura de terrón grande.

LABRADO:

Es un terreno que indica las condiciones de la estructura del suelo producidas por manipulación; una estructura artificial producida por la labor o el cultivo.

CONSISTENCIA.

CONSISTENCIA, DEL SUELO:

Consistencia es un término que expresa el grado de cohesión del suelo y la resistencia opuesta a las fuerzas que tienden a deformar o romper los agregados.

Consistencia y estructura son dos términos que están íntimamente relacionados y ligados entre sí. Sin embargo, los términos son distintos y no deben confundirse ni usarse para significar ambas cosas a la vez.

SUELTA:

Suelo con partículas o pequeños agregados que son independientes entre sí o débilmente adheridos, con un máximo de espacio poroso y un mínimo de resistencia a las fuerzas que tienden a causar su ruptura.

SUAVE:

Suelo que cede fácilmente a cualquiera fuerza que cause su ruptura o deformación. Los agregados se desmoronan fácilmente entre los dedos.

BLANDA:

Suelo con partículas o agregados, débilmente adheridos en una masa relativamente porosa que fácilmente cede a las fuerzas que causan su ruptura. Esta consistencia es más suave que desmoronable. Sin tendencia a apelmazarse.

DESMENUZABLE:

Suelo con agregados que pueden romperse fácilmente o triturarse con la aplicación de una fuerza moderada. Se pulveriza fácilmente o se reduce a la estructura granular.

FIRME:

Suelo que resiste a las fuerzas que tienden a producir su ruptura o deformación. Moderadamente duro. Los agregados pueden quebrarse entre los dedos.

COMPACTA:

Suelo que es denso y firme pero sin ninguna cementación. Completamente resistente a las fuerzas que tienden a causar su ruptura o deformación. Coherente.

El relativo grado de compacidad puede expresarse con los términos: "Ligeramente compacto", "muy compacto", etc.

DURA:...

Suelo que resiste a las fuerzas que tienden a causar su ruptura o deformación, difícil o imposible de triturar los agregados, con los dedos solamente.

QUEBRADIZA:

Suelo que, cuando seco, se quiebra en fragmentos limpios y bien cortados. Si se le dá un fuerte golpe, se estdella en fragmentos duros y limpiamente fracturados.

PLASTICA:

Suelo que fácilmente se deforma sin ruptura. Flexible pero con cohesión. Pue-

de moldearse fácilmente sin adherirse a los dedos.

CASEOSA:

Suelo que tiene un carácter más o menos elástico y gelatinoso que se deforma considerablemente sin ruptura; sin embargo, se quiebra sin dificultad y sin la aplicación de mucha fuerza.

Característica de ciertos suelos altamente coloidales, cuando están completamente húmedos.

ADHESIVA:

Suelo que muestra una decidida tendencia cuando húmedo, a adherirse a otras materias u objetos. Adherente más bien que coherente, cuando húmedo; pero generalmente muy coherente cuando seco.

TENAZ:

Suelo que muestra una decidida resistencia a la ruptura. La masa de suelo se une firmemente.

“Adhesivo” y “tenaz” son usados con frecuencia como sinónimos; pero con referencia a los suelos, el primero indica poder adhesivo hacia los cuerpos extraños y el segundo, cohesión entre las propias partículas. Ambas pueden presentarse en un suelo a la vez.

TIESO:

Suelo que resiste a la deformación o ruptura. Capa de suelo u horizonte que es firme y tenaz y tiende a ser impenetrable.

IMPENETRABLE:

Suelo muy resistente a la penetración del agua y generalmente a la del aire y a las raíces de las plantas. Impermeable.

En la práctica del campo este término se aplica a las capas u horizontes que son muy lentamente penetrados por el agua y que retardan o restringen la penetración de las raíces. Pueden usarse las expresiones: “Relativamente impenetrable” o “Lentamente impenetrable”.

CEMENTADO—CEMENTACION:

Condición que ocurre cuando los granos o agregados del suelo se adhieren firmemente y se mantienen juntos por medio de algún material que actúa como agente cementador (como la arcilla coloidal, hierro, sílica o carbonatos de cal, etc.)

El grado de cementación o la persistencia de la cementación, deben ser manifiestos cuando el suelo está húmedo. Algunos términos indican el grado de permanencia relativa como: endurecido, tepetate etc.

FIRMEMENTE CEMENTADO:

Material cementador de fuerza considerable. Se requiere gran energía para romper la masa. Generalmente se rompe con fractura limpia, aunque irregular y en fragmentos duros.

DEBILMENTE— CEMENTADO:

El material cementador no es fuerte y los conglomerados pueden romperse fácilmente en fragmentos con fractura más o menos limpia.

SUAVEMENTE CEMENTADO:

El material cementador no es fuerte ni difundido de igual modo a través de la masa. Los agregados son fácilmente desmenuzables, pero no quiebran con una fractura limpia.

CARACTERISTICAS QUIMICAS.

Sólo se han definido aquí unos cuantos términos de los en uso común en la clasificación y levantamiento de planos de los suelos, no incluyéndose los términos químicos que se usan en el Laboratorio.

CALCAREO:

Suelo que contiene suficiente Carbonato de Calcio, para causar efervescencia al probarse con ácido clorhídrico diluido.

De acuerdo con la energía de la efervescencia, los suelos pueden designarse como “ligeramente calcáreos”, “fuertemente calcáreos”, etc.

ACIDO:

Suelo que es escaso en bases aprovechables, especialmente Calcio y el cual dá una reacción ácida al ser probado por los métodos ordinarios.

Las pruebas de campo se hacen mediante el uso de los indicadores. La intensidad o grado de acidez puede expresarse con los calificativos: fuertemente, moderadamente, etc.

SALITROSO:

Suelo que contiene cualesquiera sales solubles en cantidad suficiente para perjudicar la vida de las plantas.

ALCALINO:

Suelo que contiene una cantidad excesiva de sales alcalinas (en sentido químico) generalmente sales de Sodio.

SALINO:

Suelo que contiene cantidades excesivas de sales neutras o no alcalinas, generalmente cloruros y sulfatos.

TERMINOS VARIOS.

Los siguientes términos se han aplicado a condiciones de la superficie de la tierra cuando los materiales que la componen no pueden ser claramente clasificados y levantados como "suelos". En la mayoría de los casos representan áreas de escaso o ningún valor desde el punto de vista agrícola, aunque en algunas ocasiones pueden ser de considerable importancia para la Sivilcultura. Algunos de ellos como "Ciénega" y "Fantano" indican una condición en la cual ese suelo es casi inaccesible. Cuando por el drenaje o el cultivo estas áreas llegan a ser accesibles, entonces los suelos pueden clasificarse y levantarse de manera usual.

Se hallan incluidos también varios tipos de superficie que no tienen suelo bastante para permitir una clasificación, por ocupa una topografía abrupta e irregular, o que han sido, de tal modo alterados o modificados por el hombre, que han perdido las características sobre las cuales debe basarse la clasificación de los suelos.

PLAYA:

Playas en declive, de arena, grava, guijarros o piedras azotadas por la olas en tiempo de tempestad y altas mareas. Con frecuencia abarcan áreas de pequeños médanos.

MEDANOS:

Areas donde la arena arrastrada por el viento ha formado montecillos y colinas generalmente exentos de vegetación y que sufren una activa erosión y reacumulación por los vientos.

LECHO:

Depósitos de aluvión en los lechos de los ríos y canales de inundación sujetos a erosión y acumulación durante las inundaciones periódicas. Las texturas varían desde limos y arenas, hasta guijarros y pedruzcos. Generalmente exentos de vegetación como no sean mimbreras y algunas yerbas anuales.

PANTANO:

Areas planas, húmedas, desprovistas de árboles, generalmente cubiertas por agua estancada y alimentando la vegetación nativa de pastos corrientes, cañas y juncos.

CIENEGA:

Areas planas, húmedas, generalmente cubiertas de agua estancada que alimentan el crecimiento de árboles, arbustos y pastos.

RELLENOS:

Areas de rellenos artificiales de material de suelo más o menos mezclado con desperdicios, desechos y despojos.

MONTANOSA:

Este es un término reducido que se usa para designar una topografía que generalmente no es agrícola, laderas y declives de montañas y las grandes faldas de cerros y colinas. Abarca secciones de tierra cultivable, generalmente demasiado pequeñas e irregulares de manera que no facilita la separación y clasificación; esta región puede despejarse y ponerse en producción agrícola. La mayor parte de esta clasificación consiste en declives, muros de cañón, colinas, etc. carentes de valor agrícola pero con terreno suficiente para alimentar árboles, arbustos y pastos. Donde las condiciones climáticas son favorables, estos terrenos se adaptan bien a la Sivicultura, en tanto que las regiones más áridas pueden utilizarse para pastos.

QUEBRADA:

Condición de la superficie que abarca lugares donde la erosión ha sido muy enérgica; de difícil análisis. Barrancas con desfiladeros en forma de V, hondonadas, arroyos y cañones, estrechas colinas entre despeñaderos y áreas de tierra mala, carente de valor agrícola. Puede incluir algunas pequeñas áreas de tierra cultivable en pequeñas mesetas u otros restos de superficie originales. Generalmente se halla exenta de vegetación o se halla cubierta de breñales, hierba y pastos.

MALPAIS:

Condición de la superficie de tal modo cubierta de fragmentos de roca, piedra o guijarros que resulta inútil para la agricultura. Incluye declives de montañas, ásperos, abruptos y pedregosos, declives pedregosos y escarpados de cerros y áreas pedregosas y rocosas de una topografía más plana. La presencia de cantidades excesivas de piedra y fragmentos de roca en la superficie, es el factor predominante.

PEDREGAL:

Condición de la superficie del terreno, generalmente no agrícola sobre áreas de derrames de lava; donde la superficie consiste en fragmentos sueltos, de lava, crestones de la masa de roca de lava, con pequeñas porciones de acumulaciones superficiales de suelo. Estos depósitos dan lugar a vegetación raquítica de pasto, breñales o arbolillos. De vez en cuando alguno que otro manchón de suelo puede despejarse o cultivarse, pero las áreas son tan pequeñas y el suelo tan delgado, que no permiten las labores agrícolas. Generalmente abarca pequeños cerros rocosos, montes y muros de barranca que son propiamente tierra áspera y pedregosa, pero la topografía típica es más o menos nivelada u ondulante con una superficie de corriente de lava.

AFLORACION DE ROCA:

Area en que los lechos de roca aparecen en extensión de suficiente tamaño para aparecer en el plano. Las áreas más pequeñas se incluyen generalmente en las otras clasificaciones.

INFORME DE LA COMISION DE RESOLUCIONES DEL PRIMER COLEGIO AGROLOGICO.

CONSIDERANDOS:

SIENDO la Tierra el medio en que opera el rancharo para obtener de ella el sustento diario, necesita conocer perfectamente este factor para producir con éxito y llevar la explotación agrícola a su más alto grado de calidad y eficiencia. En toda explotación agrícola será pues indispensable conocer y determinar las características de los suelos que la constituyen.

El rendimiento de las tierras depende, en condiciones favorables, de la calidad de ellas o grado de productividad. De aquí la importancia capital de clasificarlas científicamente para poder determinar este grado de potencialidad productora.

Se puede tener abundante agua que si se distribuye en terrenos de poco espesor, alcalinos, demasiado permeables, de subsuelo impermeable, con topografía inconveniente, etc., darán resultados completamente opuestos a los que se esperaba obtener y en los que la explotación de la tierra no paga los réditos de los capitales invertidos en obras de riego no pudiendo en consecuencia el rancharo colocado en estos terrenos atender a las necesidades más apremiantes para su subsistencia.

En este caso se ha visto en México no solamente que el Gobierno en épocas anteriores, sino poderosas Instituciones Bancarias y Particulares, hayan perdido fuertes sumas de dinero por no haberse asesorado de agrónomos e ingenieros agrónomos e hidráulicos que pudieran haber contribuído con su consejo oportunamente a salvar esas enormes inversiones y a convertir oportunamente esos fracasos en francos éxitos.

Estas condiciones que hasta hace poco reinaban en el País, han sido corregidas y tomadas en cuenta por la Comisión Nacional de Irrigación y esta Institución prepara en

la actualidad todos los estudios necesarios para llegar al mejor conocimiento del suelo de los terrenos que abarcan los proyectos en construcción.

Pero nuestro problema es más hondo. No basta que una sola institución desarrolle estos trabajos, se necesita que todas las instituciones públicas y privadas y en general todo aquel que tenga relación directa con la explotación del suelo para usos agrícolas, se dé cuenta de la necesidad de hacer una clasificación científica de sus terrenos para prevenir errores y fracasos.

No sería suficiente tampoco que esas Instituciones se dedicaran aisladamente a llevar a cabo los trabajos con diferente criterio, cada una de ellas; es necesario unificar la acción para que los métodos de análisis y los resultados obtenidos puedan correlacionarse y llegar así más tarde al conocimiento perfecto de las zonas propiamente agrícolas de México. Tanto los trabajos de campo como los de laboratorio y planificación, deberán llevarse de acuerdo unos con otros para alcanzar un alto grado de eficiencia en el trabajo de conjunto y evitar la dilusión de energías al no poder relacionar unos trabajos con otros.

Salta a la vista la conveniencia que para esta importante y gran labor tiene el contar en México con un numeroso personal, suficientemente preparado y responsable que se encargue de estos trabajos. Por lo tanto deberán crearse en nuestras Escuelas de Agricultura especialistas que formen el grupo de expertos en el asunto de clasificación de suelos y estudio de los mismos.

En el estudio de suelos se requiere además del conocimiento de la técnica propia, el uso de una terminología especial que defina y limite las características de cada

uno de las series y tipos que los constituyen, terminología que se hará entender no solamente en México sino universalmente. Se impone, pues, la necesidad de crear y adoptar una terminología de suelos, bien definida en sus conceptos y adaptada universalmente, en todas las dependencias e instituciones y en general fácilmente comprensible para la generalidad de la gente de campo.

La aportación de elementos profesionistas extranjeros a México para el estudio de la Ciencia del suelo y enseñanza de métodos de clasificación de terrenos hecha por la Comisión N. de Irrigación, ha sido provechosa y benéfica, pues nuestros profesionistas mexicanos, además de los conocimientos que poseen han podido aumentar el bagaje de ellos, con los que han adquirido al trabajar en contacto con estos expertos.

La provechosa enseñanza y valiosa discusión que se han provocado en este Colegio Agrológico, ha hecho pensar a este Comité muy seriamente sobre la adopción de un sistema de Asambleas periódicas que podrán verificarse en México con el fin de estudiar nuestros problemas y conocer los últimos adelantos de la Edafología en el exterior.

El éxito obtenido nos obliga a pensar en que muchos de nuestros problemas agrícolas principalmente, discutidos en forma serena y tranquila, podrían quizá resolverse satisfactoriamente y previniendo el futuro desarrollo económico de México creemos que en los años venideros, sentadas hoy las primeras bases para la rehabilitación de nuestra agricultura, con el estudio del suelo vendrán otros varios e importantes problemas a presentarse a nuestros análisis. Tales serán los de Colonización, Organización económica y eficiente manejo, dentro de la técnica moderna de las explotaciones agrícolas.

Por las anteriores consideraciones, presentamos al criterio de esta Asamblea los siguientes puntos resolutivos para que, una vez aprobados, se presenten a la consideración oficial de los Jefes correspondientes, para que, si éstos lo juzgan conveniente, sean llevados adelante:

PRIMERO.—Que se comience, con los medios de que se dispone actualmente, el

Levantamiento Agrológico de todas las zonas de la República que presenten posibilidades agrícolas.

SEGUNDO.—Que todas las dependencias Oficiales, relacionadas con asuntos agrícolas (Dor. Gral. de Agricultura, Com. Nac. Agraria, Dir. de Aguas T. y C., Dir. Forestal de C. P., Com. Nac. de Irrigación, etc.), den un impulso especial, dentro de sus posibilidades, a la investigación Agrológica.

TERCERO.—Que para llevar a cabo estos estudios se proceda únicamente, de acuerdo con los siguientes métodos:

- a).—Clasificación de los Suelos en Series y Tipos.
- b).—Uso de la Terminología aprobada en este Colegio y consignada en esta Memoria.
- c).—Adopción de los métodos de análisis mecánicos del Bureau of Soils de los E. U., también consignados en esta Memoria.

CUARTO.—Que se haga la correlación de todos los trabajos agrológicos que se lleven a cabo en las distintas dependencias oficiales, para lo cual hay que sugerir al Gobierno Federal que designe a la Div. de Química y Suelos de la Direc. de Agricultura, como Oficina de Correlación a la cual deberá informarse de los estudios que al efecto se hagan.

QUINTO.—Sugerir al Gobierno Federal que señale, a las instituciones públicas y privadas, que traten de desarrollar programas de colonización, dotación de ejidos, ventas de terrenos, refacciones, etc., la conveniencia de estudiar los suelos antes de llevar a cabo cualquiera operación.

SEXTO.—Sugerir a la Secretaría de Agricultura la creación, en las Escuelas de Agricultura, de una especialidad en estudios de Suelos con el fin de crear expertos mexicanos.

SEPTIMO.—Recomendar al Gobierno Federal, la presencia de una Delegación Mexicana al Congreso Internacional de Suelos que se verificará en Rusia el año de 1930, cuya delegación deberá designarse tan pronto como sea posible, para dar tiempo a la preparación de algún trabajo digno.

OCTAVO.—Pedir a todas las Instituciones Oficiales, interesadas en asuntos agrícolas, que nombren una persona que deberá formar parte de una Comisión Permanente, que se encargue de llevar a la práctica las resoluciones que la superioridad juzgue convenientes, así como de hacer los preparativos para el segundo Colegio Agrológico en el que se tratarán de preferencia problemas de colonización, organización económica y explotación de tierras.

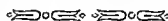
NOVENO.—Publicar los trabajos presentados en este Colegio, que por su importancia deban ser conocidos.

Meoqui, Chih., julio de 1928.

El Presidente de la Comisión,
Miguel Yépez S.

Comisión:

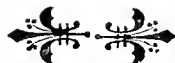
M. Meza. A.
E. Peredo.
M. Brambila.
A. Rico.
M. Yépez S.

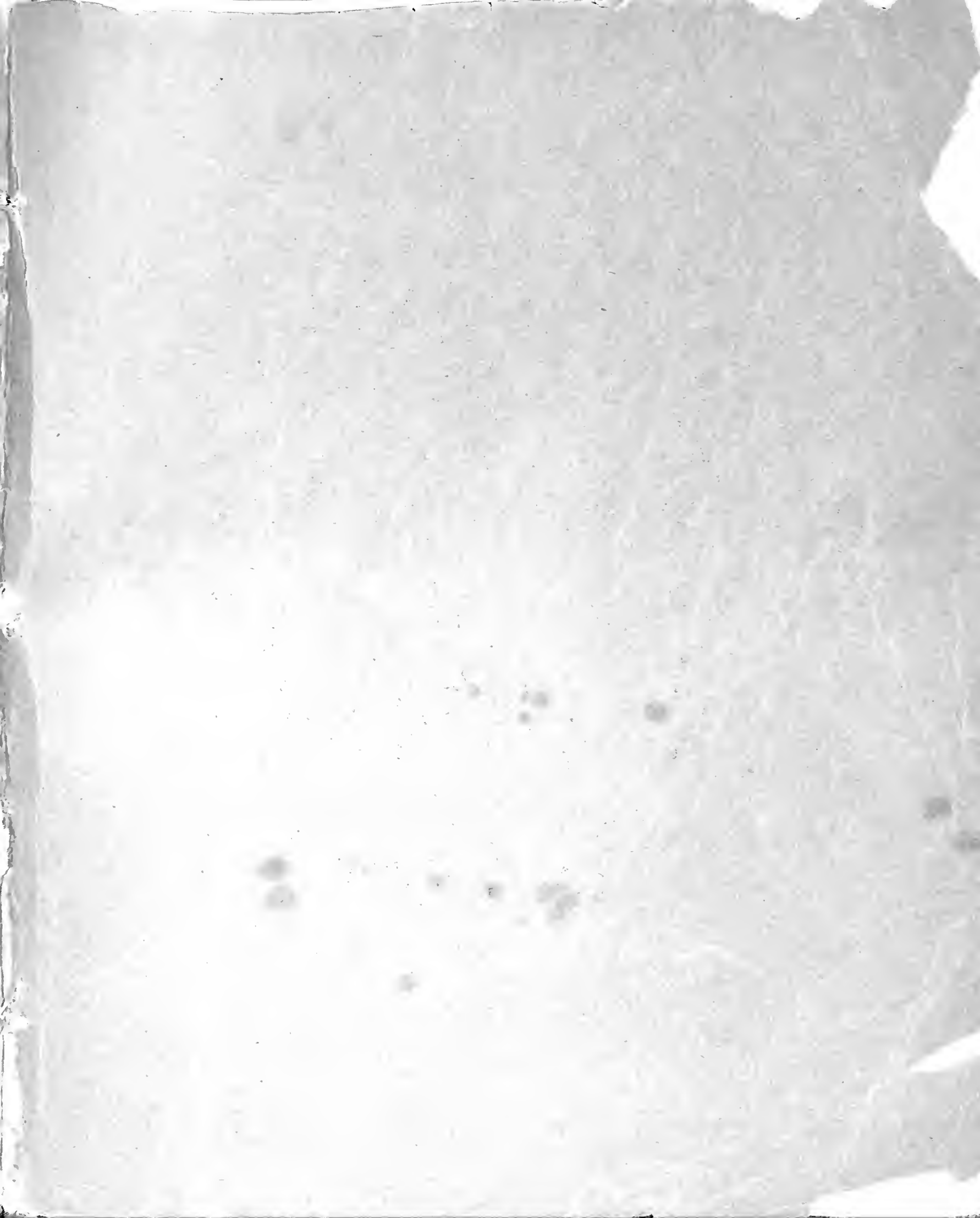


FE DE ERRATAS

Página	Columna	Línea	Dice	Debe decir
3		18	"y solo se hizo un extracto"	"y sólo se hizo etc."
3		28	"Pcro ello padrán, etc."	"Para ello podrán, etc."
16	II	48	"sexuum"	"saxeum"
21	II	30	"grissaceo"	"grisáceo"
22	I	42	"humedos"	"húmedos"
25	I	38	"silicios"	"silíceos"
45	I	13	"presisamente"	"precisamentc"
62		13	"Orchands"	"Orchards"
64		35	"fata"	"falta"
65	II			
66	I	1	"buens"	"buenas"
69	II	29	"procedimeintos"	"procedimientos"
73	I	10	"con migo"	"conmigo"
74	II	42	"joliacio"	"joliáceo"
77	I	10	"fue-on"	"fueron"
77	I	11	"reunión se ha dado"	"reunión que se ha dado"
78	I	16	"tiene mucho"	"tienen mucho"
79	I	50	"enseñamba"	"enseñanza"
79	I	43	"de los acuelas"	"de los actuales"
82	II	3	"explotación nacional"	"explotación racional"
83	II	13	"corales"	"corrales"
90	II	16	"pessonal"	"personal"
95	I	27	"dierentes"	"diferentes"
96	II	41	"zolla"	"soya"
101	I	48	"zolla"	"soya"
112	I	4	"esperitu"	"espíritu"
113	II	48	"pobramente"	"pobrementc"
114	I	11	"Uusted"	"Usted"
115	II	45	"Feclamation"	"Reclamation"
115	II	21	"desde"	"donde"
116	II	25	"proyecto aqui"	"proyecto; aquí"
116	II	43	"jugó"	"juzgó"
116	II	46	"se"	"de"
117	II	46	"se"	"de"
122	II	35	"siguiente"	"siguiendo"
124	II	17	"delicuentes"	"delicuescentes"
124	I	19	"Sha"	"Shaw"
134	I	16	"que, el exceso"	"que, si el exceso"
137	I	2	"cal respecto"	"cial respecto"
137	I	44	"inundadadas"	"inundadas"
137	II	15	"absorvida"	"absorbida"
137	II	44	"Scfield"	"Scotfield"
138	I	2	"sobre bajo el nivel"	"sobre y precisamente bajo el nivel, etc."
142	II	25	"bajo la Región"	"bajo de la Región"
144	I	23	"prevalesientes"	"prevaleciente"

Página	Columna	Línea	Dice	Debe decir
144	II	9	"gravas"	"gravosas"
146	I	9	"conglomerado firmemente"	"conglomerado. están firmemente."
146	I	40, 41, 42 y 43	Deben suprimirse por ser un párrafo repetido.	
149	I	15	"absorve"	"absorbe"
150	I	44	"estiage"	"estiaje"
156	II	18	"arcillo-compactum"	"arcillo compacto"
174	II	26	"a asi"	"asi"
174		Nota 2	"Pedro"	"Paredo"
182	II	37	"bien gran"	"bien tienen gran cantidad"
189	I	8	"entre Tehuacán"	"llín entre Tehuacán"
189	II	11	"(Psidiem)"	"(Psidium)"
189	II	24	"(caesalpina)"	"(Caesalpinia)"
193	I	43	"0.50 mts. por 0.50 mt."	"0.50 cms. por 0.50 cms."
193	I	44	"por 0.50 mts."	"por 0.50 cms."*
215	II	6	"(Dor. Gral.)"	"Dir. Gral."







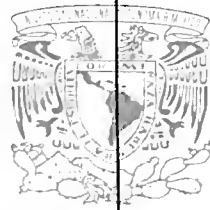
IMPRESA "LABOR",—MEXICO, D. F.



UNAM

FECHA DE DEVOLUCIÓN

El lector se obliga a devolver este libro antes
del vencimiento de préstamo señalado por el
último sello



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉJICO



