

AÑO XXX
No. 154

MARZO 1937



AGRONOMIA

ORGANO OFICIAL DEL CENTRO ESTUDIANTES DE AGRONOMIA

VILLA ORTUZAR
U. T. 51, V. Urquiza 4313

BUENOS AIRES
República Argentina

Director
ENRIQUE A. NOZIGLIA

Secretario
LUIS B. MAZOTI

Administrador
PEDRO A. G. CARDANI

SUMARIO:

El agua del suelo utilizable por las plantas, por el Ing. Agr. Antonio Arena ..	Pág. 5
Florentino Ameghino, por el Dr. Angel Cabrera	77
Contribución al estudio de la carretera rural, por el Ing. Agr. Andrés Ringuelet ..	86
Notas Varias	97

"La Dirección no se solidariza con
"los conceptos vertidos en los artícu-
"los firmados."

GOFIEL

Productos para combatir las plagas

Antisárnicos (pasta, polvo, fluido)

Garrapaticidas (aprobados)

Curativos de Frutales

Curativos de Citrus

Arseniatos de Plomo y Cal

Fungicidas

Folletos, Muestras e Informes a:

GOFIEL - Avda. de MAYO 560 - U. T. 33, Avenida 3152 - Buenos Aires

VACUNAS "R|L"

del Instituto Raul Leite — Rio de Janeiro

CAPITAL Y RESERVA: \$ 5.000.000.000

Una de las más importantes organizaciones veterinarias
de la América del Sur

Adoptadas oficialmente por los Gobiernos de casi todos
los Estados del Brasil

INSUPERABLES CONTRA

CARBUNCLO



MANCHA

UN SOLA INYECCION — EFICACIA ABSOLUTA

SARMIENTO 470
Teléf. 33-1196 Av.

BERNARDO SERRES
Depositario-distribuidor exclusivo

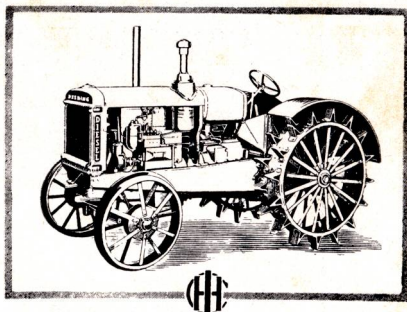
BUENOS AIRES
Direc. Tel. "Sable"

FUERZA DIESEL DEERING

en un tractor agrícola que **ARRANCA**
como un motor a nafta

La economía, la potencia y la resistencia que brinda la fuerza Diesel, han sido incorporadas ahora a un nuevo tractor agrícola Deering: el Diesel Deering WD-40, de tracción a ruedas.

Funcionando con combustibles pesados y de bajo costo, sin utilizar magneto, bujías ni carburador, el nuevo tractor Diesel Deering WD-40 arranca tan fácil y sencillamente como un motor a nafta de igual capacidad.



MAQUINARIA AGRICOLA
DEERING

INTERNATIONAL HARVESTER COMPANY ARGENTINA

Buenos Aires - Rosario - Bahía Blanca - Santa Fe
C. del Uruguay - Tres Arroyos - Tucumán

INTERNATIONAL HARVESTER COMPANY ARGENTINA
Chile 801, Buenos Aires

Sírvanse enviarme catálogos ilustrativos sobre el
Tractor Diesel Deering WD-40.

Nombre

Dirección

Localidad F. C.....

FABRICA DE COLMENAS

Y TODO LO RELACIONADO CON LA APICULTURA

Calidad superior a Precios bajos

Enviamos Catálogo

Vicente Molino

LACAR 3071 - 73

U. T. 50 - 0638

BUENOS AIRES



SEMILLAS DE HORTALIZAS FLORES — ARBOLES

Especialistas en

FORRAJERAS

BULBOS — HERRAMIENTAS

PLANTAS FRUTALES
FORESTALES DE ADORNO

(Solicite Catálogos Gratis)

J. A. DIHARCE & Co.

SAN MARTIN 474 — U. T. 31 Retiro 1399

Centro Estudiantes de Agronomía

1936/37

COMISION DIRECTIVA

Presidente	José Abitbol
Vice Presidente	José Santisteban
Secretario	Lía G. Ratto
„ de Actas	Roberto Carretero
„ de Correspondencia	Mario Griot
Tesrero	Pedro M. Aróstegui
Pro Tesorero	Rodolfo E. Caminos
VOCALES:	
Delegado de 4º Año	Jorge B. Antola
„ „ 3º „	Roberto Sarli
„ „ 2º „	Luis Laje
„ „ 1º „	Carlos Padula

DELEGADOS A LA F. U. B. A.

Titular: Arístides A. Brunelli
Suplentes: José Abitbol y José Santisteban

DELEGADOS AL CENTRO DE INGENIEROS AGRONOMOS

Titular: José Abitbol
Suplente: Jorge B. Antola

DELEGADOS A LA F. U. DE DEPORTES

Pedro Cepero; Martín Broen

DELEGADOS AL H. CONSEJO DIRECTIVO

Titulares: Arístides A. Brunelli; Luis A. Correa
Suplentes: José Abitbol; Francisco C. Fernández

SUBCOMISIONES

DE BIBLIOTECA

Presidente: Jorge Christensen
Vocales : José Lerner
Horacio Serra
Carlos Padula
Virginio P. Trincarelli

DE FIESTAS Y HOMENAJES

Presidente: Enrique A. Noziglia
Vocales : Sara J. Allemand
Roberto Laurel
Fabrizio Giri
José Trosman
Pedro Cardani
Ernesto Saint-Antonin
Diego Fanjul

DE ENSEÑANZA

Presidente: Emilio Martilotti
Vocales : Rodolfo Caminos
Félix Albani
Roberto Carretero
Abelardo Mon

DE APUNTES

Presidente: Natalio Silberberg
Vocales : César López
Mateo De Santis
Arturo Somoza

DE EXTENSION UNIVERSITARIA Y CONFERENCIAS

Presidente: Luis A. Correa
Vocales : Francisco Fernández
Pedro M. Aróstegui
Enrique A. Noziglia
José Trosman

DE DEPORTES

Presidente: Pedro Cepero
Secretario: Emmo Springolo

CAPITANES

Atletismo: Juan E. Botet
Ajedrez: Jorge M. Di Rocco
Basket-Ball: Heriberto López Tabosi
Foot-ball: Rubén D. La Hera
Natación: Jorge Christensen
Pelota: Pedro M. Aróstegui
Remo: Pablo E. Jezzi
Tennis: Manuel R. Cáceres
Tiro: José Trosman

BOLETIN "ARANDO"

Director: Jorge B. Antola
Secretarios de Redacción:
Raúl A. Cantore
Jorge M. Di Rocco



El agua del suelo utilizable por las plantas

Investigaciones en suelos argentinos por el método
de Vageler y Alten (1)

por el Ing. Agrón. ANTONIO ARENA (2)

“Der gesamte Wasserhaushalt des Bodens in seinen praktisch interessierenden Phasen ist im wesentlichen nur eine Funktion des Kationenhaushaltes und nur von diesem aus zu verstehen und teilweise rechnerisch zu beherrschen” (3).

VAGELER (Der Kationen und Wasserhaushalt... p. 138).

INTRODUCCION

El agua del suelo, considerada en su aspecto pedológico puro o en relación con el crecimiento de las plantas, es uno de los principales problemas que ha ocupado la atención de los investigadores de la Edafología, tanto del punto de vista científico como en su finalidad práctica, especialmente por su excepcional importancia agronómica.

Teniendo en cuenta que las fuerzas que actúan sobre el agua del suelo, considerado como sistema poroso independiente de la planta, son la adhesión, la cohesión y la gravitación, puede concebirse a la misma, formando películas de espesor molecular alrededor de las partículas constitutivas. Por la fuerza de adhesión se originan las capas de agua directamente en contacto con el suelo, la influencia decrece hasta hacerse nula a una cierta distancia, en que actúa la cohesión molecular que permite la tensión superficial, y llegado al valor máximo de los fenómenos capilares, la película está sometida libremente a la acción de la gravedad.

- (1) Trabajo realizado en el Laboratorio de Agricultura General de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires y presentado para cumplir el segundo año de adscripción a la Cátedra.
- (2) Jefe de Trabajos Prácticos de Física y de Agricultura General de la mencionada Facultad.
- (3) “Toda la economía del agua en el suelo, en su faz de interés práctico, es esencialmente una función del balance de sus cationes y sólo a partir de éste puede interpretarse y parcialmente dominarse por su cálculo.”

La variación del contenido de agua en las diversas partes del suelo, y su composición heterogénea, ocasionan el movimiento de la misma.

La evolución de los conceptos tendientes a explicar el mecanismo de ese movimiento, resumidos por KEEN en su importante obra (1931), permitió reconocer que el problema no es tan fácil de resolver como en un principio se creyó, por la simple aplicación de las leyes de capilaridad y tensión superficial, siendo que debía considerarse el carácter energético del fenómeno, y los numerosos trabajos realizados desde este punto de vista culminan en la magistral escala del pF , de SCHOFIELD y BOTELHO DA COSTA⁽¹⁾, calculada por termodinámica, que permite su real y uniforme expresión cuantitativa.

Sin entrar a analizar la esencia de este fenómeno, que por su valor especulativo y conceptual, y por su importancia práctica, debe ser objeto de estudio especial, puede considerarse cada suelo como un sistema que tiene una capacidad individual de almacenamiento de agua, la que se mueve con un valor determinado.

La importancia excepcional que la experiencia ha demostrado que tienen las cationes adsorbidos por el suelo, en su evolución y dinámica, condujeron a VAGELER y ALTEN a considerar la retención y movimiento del agua en el suelo, desde este punto de vista, comprobando que la misma es una función de la cantidad y calidad de aquellos.

Esto se comprende siendo que esos cationes están situados en la superficie de las micelas y que por tener diverso grado de hidratación influyen directamente sobre la constitución de la película y, por lo tanto, sobre las propiedades del suelo, que dependen del contenido de agua; y porque, además, cada tipo de suelo se caracteriza por la calidad y cantidad de sus cationes adsorbidos (en relación a su vez con el contenido y características de sus coloides).

Como las plantas extraen el agua del suelo debido a la presión de succión que tienen, el análisis del sistema suelo-planta considerado bajo el aspecto de la absorción de agua, requiere tener en cuenta el suelo saturado de cationes y la solución que lo rodea (agua+sales solubles), como elementos con determinada presión osmótica que se oponen a aquella.

Es en este sentido que VAGELER y ALTEN llegaron a calcular el valor del agua inerte, o sea el agua del suelo que las plantas son incapaces de absorber, por el valor osmótico de la película de agua de hidratación iónica, y el valor osmótico de las sales solubles, estableciendo igualmente el valor del agua inerte por falta de la necesaria

(1) SCHOFIELD, R. K. 1935. *The pF of water in soil*. Trans. Third Int. Cong. Soil Sci. 2:37-48. (Oxford).

movilidad, siendo que la absorción de agua por las plantas es un proceso dinámico.

En el presente trabajo se trata el problema del agua del suelo aprovechable para las plantas, resumiéndose los conceptos de VAGELER y ALTEN y su método de determinación del agua útil, y se estudian con este criterio tres perfiles de suelos argentinos.

I. CONSIDERACIONES GENERALES

1. LA NECESIDAD DEL AGUA POR LAS PLANTAS

Las plantas necesitan absorber una determinada cantidad de agua, que es utilizada, sea como elemento constitutivo de su protoplasma o bien en la transpiración necesaria al cumplimiento de su metabolismo. Por cada unidad de materia seca producida es transpirada una determinada cantidad de agua, llamándose coeficiente de transpiración a esa relación entre agua transpirada y materia seca producida.

Muchos ensayos se han hecho para determinar este coeficiente; en climas húmedos varía en general entre 200 y 500 kilos de agua por kilo de materia seca producida; en climas secos la proporción se duplica. No es posible el establecimiento de valores universales, por depender el coeficiente de múltiples factores, inherentes al clima, al suelo y a la planta.

El clima influye por la temperatura, la nebulosidad, la humedad atmosférica, la velocidad del viento, etc., agentes que al causar mayor evaporación de agua aumentan el consumo de ésta y, por lo tanto, el coeficiente.

El suelo, en términos generales, influye por su fertilidad; en suelos fértiles hace falta, generalmente, menos cantidad de agua para producir la misma cantidad de materia seca. Por otra parte, influye también el contenido y movilidad de agua en el suelo, resultante de un complejo de factores físicoquímicos.

El factor planta es, indudablemente, uno de los más variables, siendo múltiples los elementos que actúan: características y disposición del sistema radicular en profundidad y en sentido lateral, disposición del sistema aéreo directamente expuesto a la evaporación, presión osmótica del jugo celular que determina el poder de succión de agua, período del ciclo vegetativo de la planta, dispositivos etológicos que permiten al vegetal resistir un período de sequía, etc.

Por otra parte, es difícil obtener en las experiencias las mismas condiciones que se presentan en los cultivos directos en el terreno. El problema ha sido resuelto generalmente, por dos métodos principales: cultivar en macetas las plantas, cubriendo la superficie con sustancias impermeables que eviten la evaporación del agua del suelo, o bien, cultivarlas sin esta precaución pero determinando aparte el agua evaporada por el mismo suelo en macetas iguales.

En el primer caso las plantas no están en el estado natural de aereación del suelo, lo que crea condiciones anormales. En el segundo, se eliminan todos los factores de influencia recíproca, que constituyen el sistema suelo-planta, entre los cuales la sombra es, indudablemente, uno de los principales.

Los valores del coeficiente de transpiración constituyen, por lo tanto, datos aproximados y de carácter general. En el cuadro No. 1, ampliación del que dan LYON y BUCKMAN (pág. 198), se han resumido los valores de las principales plantas cultivadas determinados por diversos autores.

2. CANTIDAD DE AGUA DEL SUELO QUE LAS PLANTAS APROVECHAN

Las plantas toman el agua del suelo por el poder de succión que las caracterizan; el mecanismo de esta succión se analiza más adelante. Cuando el poder de succión es menor que el poder de retención de agua por el suelo, la planta es incapaz de absorber y se marchita.

El contenido en agua del suelo en este estado, que corresponde al sistema suelo-agua en equilibrio osmótico, define el llamado coeficiente de marchitez permanente ("wilting point") de los investigadores norteamericanos, cuyo valor depende de una serie de factores, análogos a los que influyen en el coeficiente de transpiración.

La cantidad de agua que el suelo retiene sin ser aprovechable por las plantas, es la llamada *agua inerte*. Su valor, que es considerado por los diversos investigadores varias veces mayor que el correspondiente al agua higroscópica, es, según VAGELER y ALTEN, una función de la calidad y cantidad de los cationes adsorbidos por el complejo coloidal y cationes presentes en la solución del suelo. Para las plantas de cultivo agrícola, con presión de succión variable entre 5 y 45 atmósferas, el agua inerte es igual a 1,5 a 4 veces la higroscopicidad.

El exceso de agua, mayor que el agua inerte, está en condiciones de ser aprovechada por las plantas.

La cantidad de agua que el suelo puede retener en condiciones de libre drenaje al someterlo a la succión de una atmósfera, define la mínima capacidad para el agua, cuyo valor máximo es igual al volumen mínimo de poros, salvo en los suelos arcillosos con determinado poder de imbibición en que puede ser algo mayor; en suelos arenosos es generalmente menor.

La cantidad de agua que el suelo retiene en el perfil al estado natural, es menor que el promedio de los horizontes aislados, por la presión de las capas superiores que hace disminuir el contenido en profundidad, de acuerdo a un determinado potencial.

La cantidad máxima de agua presente en el suelo al estado natural, disponible para las plantas, constituye el *agua posible*. Restando del agua posible el agua inerte, se obtiene el *agua disponible estáticamente*.

Pero el agua estática disponible, puede ser inaprovechable para las plantas, sino circula con velocidad suficiente para compensar la absorción por el vegetal debida a la transpiración, siendo entonces *inerte por falta de movilidad*.

Como el agua debe circular en el suelo con una velocidad mínima de 0,2 mm. por hora para que la planta no se marchite, sólo es disponible dinámicamente el agua con esta velocidad, pues la que circula con más lentitud no llega hasta las raíces de las plantas.

Del carácter dinámico del agua inerte para las plantas, nace el concepto de *capa crítica*, que es la altura a que puede llegar el agua en el horizonte del suelo considerado, circulando a esa velocidad.

Conociendo el espesor de capa crítica, puede obtenerse el valor del *agua dinámica aprovechable o agua útil* que es la cantidad de agua dinámica disponible que excede el doble del espesor de capa crítica, siendo que el agua llega a las raíces tanto de abajo como de arriba.

En los casos en que el espesor del horizonte es menor que el doble del espesor de capa crítica, el agua dinámica aprovechable es la que excede el espesor del horizonte, pues entonces toda el agua estática disponible es dinámicamente aprovechable. La evaporación en el suelo, disminuye el agua que se aprovecha dinámicamente.

II. EL CALCULO DEL AGUA APROVECHABLE

1. LOS CATIONES DE CAMBIO Y LA HIGROSCOPICIDAD

Los cationes de cambio del complejo adsorbente del suelo, forman, por hidratación, una película de agua, cuyo espesor depende de la cantidad y calidad de esos cationes (ver gráfico No. 1). Esa película ha sido llamada: película de agua libre de sales ("salzfreien Wasserhaut") por TROFIMOW, por estar separada de la solución del suelo.

VAGELER ha atribuído la humedad higroscópica al agua de hidratación de ese enjambre de iones de cambio del complejo coloidal ("swarmionen"), pudiendo llegar a calcularla, según se determina en el método Mitscherlich (96% de saturación), a partir del valor conocido de los cationes, en la forma que a continuación se resume.

Por las leyes de PFEFFER-VAN'T HOFF en una solución con determinada presión osmótica se verifica que

$$\pi V = R T$$

siendo:

π = presión osmótica

$V = \frac{1}{m}$ = volumen que contiene un mol disuelto o sea concentración molar.

R = una constante que tiene el mismo valor que la constante de los gases.

T = temperatura absoluta en grados C.

Ahora bien, es sabido que la concentración real de partículas o corpúsculos osmóticamente activos en una solución, puede ser mayor que la concentración molar, como ocurre en las sustancias disociadas en iones (lo que hace necesario introducir en el cálculo el factor de corrección i de VAN'T HOFF, que afecta a todas las propiedades coligativas de las soluciones), o menor, por la reunión de moléculas en micelas como ocurre en casi todas las sustancias coloidales.

Es por eso más propio hablar de concentración corpuscular.

Sabiendo, por la analogía de la ecuación de los gases y la ecuación arriba citada, que todas las soluciones molares tienen una presión osmótica de 22,4 atmósferas a 0°C. (presión normal), que varía con la temperatura, puede conocerse la concentración corpuscular, o, mejor, normalidad corpuscular de cualquier solución, en la siguiente forma:

$$\text{normalidad corpuscular} = \frac{\text{presión osmótica observada}}{\text{presión osmótica normal a } t^{\circ}}$$

de donde:

$$\text{presión observada} = \pi = \text{normalidad corpuscular} \times \text{presión normal.}$$

En el caso de una sal coloidal (como pueden considerarse los coloides del suelo saturados de bases), que forme un sistema osmótico en equilibrio con una solución de electrólito, la presión osmótica depende de:

- 1) De la presión de las moléculas del electrólito no disociado.
- 2) De la presión de los iones formados por la disociación del electrólito.
- 3) De la presión de los iones formados por la disociación de la sal coloidal.
- 4) De la presión de la fracción no disociada de la sal coloidal.
- 5) De la presión de los iones coloidales libres.

El tercer componente tiene poca importancia debido a la escasa disociación de las sales coloidales, y el sistema tiene una presión osmótica que en realidad depende del electrólito disuelto y su disociación.

Ahora bien, las sales coloidales que constituyen los complejos de adsorción del suelo, tienen sus cationes de cambio en las superficies de las partículas, moviéndose libremente en la película de agua que por hidratación forman, película libre de sales, no alcanzada, por lo tanto, por el electrólito.

En la película se distribuyen los iones adsorbidos, los que se encuentran tanto más reunidos cuanto más cerca de las micelas se hallen, separándose rápidamente al alejarse (dilución). Como la reunión de iones es en realidad un aumento de concentración, la presión osmótica se eleva al acercarse a la micela.

La presión osmótica de la película de agua aumenta en una función potencial en su acercamiento a la micela y, recíprocamente, disminuye al alejarse.

Las capas de agua muy vecinas a la micela son retenidas con energía inmensa y por eso están netamente separadas de la solución conteniendo el electrólito, formando la llamada película de agua libre de sales, de TROFIMOW. En consecuencia, la presión osmótica de la película de agua debe ser igual a la presión osmótica de la solución (isotonía).

Si no hay sales en el líquido que rodea a la micela o hay muy poca concentración, se alcanza el máximo de hidratación de los cationes de cambio y el sistema tiene la presión osmótica que corresponde a éstos, pero si hay un aumento de la concentración salina, para establecerse el equilibrio, se produce una deshidratación de los iones de la película y la presión osmótica está determinada por el contenido en sales de la solución circundante.

La cantidad de agua que rodea a las micelas no depende, en consecuencia, tanto de la superficie coloidal como del grado de hidratación de los iones, que influyen entonces cualitativamente y cuantitativamente, dando, por lo tanto, una determinada presión osmótica a la película. Puede asignarse a ésta, entonces, una determinada normalidad corpuscular, igual al número de corpúsculos activos por centímetro cúbico de solución o, aproximadamente, por gramo de agua; y considerando 100 grs. de suelo se tiene:

$$\text{normalidad corpuscular} = \frac{\text{suma de corpúsculos activos osmóticamente}}{\text{gramos de agua retenidos}}$$

de donde se deduce:

$$\left. \begin{array}{l} \text{grs. de agua retenidos} \\ \text{por 100 grs. de suelo} \end{array} \right\} = \frac{\text{pres. osm. nor.} \times \Sigma \text{ corp. osm. act.}}{\pi}$$

siendo π la presión osmótica del sistema osmótico utilizado en la determinación, isotónico, por supuesto, con el de la película de agua del suelo al establecerse el equilibrio.

La determinación puede hacerse poniendo el suelo seco en equilibrio con soluciones de electrólitos de concentración y, por lo tanto, de presión osmótica conocida.

VAGELER ha investigado esta presión osmótica de la película de agua, encontrando que en los diversos tipos de suelos investigados, pese a que el contenido absoluto de agua (que depende de la calidad y cantidad de cationes de cambio) variaba hasta un cuatrocientos por ciento, la normalidad corpuscular y, por lo tanto, la presión osmótica, era constante.

Si bien entre los valores calculados y los encontrados había mucha oscilación, encontró un punto en la curva del sistema, en el cual se cumplían las ecuaciones antes expuestas de relación entre el agua retenida por 100 grs. de suelo, presión osmótica normal, suma de corpúsculos activos y presión osmótica de la solución de equilibrio. A este "punto singular" corresponde una presión osmótica

$$\pi = 49,92 \pm 0,8$$

y una normalidad corpuscular

$$N_{co} = 2,08 \pm 0,1$$

El valor π encontrado, trabajando a 20° C. asigna en términos generales una presión osmótica de 50 atmósferas a la película de agua, que corresponde, aproximadamente, al máximo de hidratación iónica. La presión de vapor a ese valor de π es la correspondiente a una atmósfera de 95,9 a 96,2% de saturación con vapor de agua, o sea la de una solución de ácido sulfúrico al 10% a 20° C., que es la utilizada para determinar la higroscopicidad del suelo en el método Mitscherlich.

Es posible, por lo tanto, determinar la higroscopicidad aplicando la anterior ecuación, conociendo la suma de corpúsculos activos osmoticamente, ΣK :

siendo

$$\left. \begin{array}{l} \text{g. de agua retenidos} \\ \text{por 100 g. de suelo} \\ \text{a 20° C.} \end{array} \right\} = \frac{\text{presión osmótica normal a } t^{\circ} \cdot \Sigma K}{\pi}$$

$$\text{Hig.} = \frac{24,0 \cdot \Sigma K}{49,92 \pm 0,8} \approx 0,48 \Sigma K$$

El valor ΣK , suma de corpúsculos activos, en los coloides del suelo, está constituido por los cationes de cambio, pero debe hacerse notar que no es el valor T (máxima capacidad adsorbente expresada en M.E.) por cuanto la valencia química no tiene nada que ver con la "valencia osmótica", como la llama DUCLAUX, siendo que un ión monovalente equivale, es medidas osmóticas, a un ión plurivalente.

La suma de corpúsculos activos osmoticamente, ΣK , se obtiene a partir de T, como sigue:

$\Sigma K = T - 1/2$ cationes bivalentes $- 2/3$ cationes trivalentes, etc., pudiéndose calcular la higroscopicidad de los suelos minerales sin elevado contenido en sales en la siguiente forma:

$$\text{Hig.} = \frac{T - 0,5 (Ca/2 + Mg/2)}{2,25} = 0,44 [T - 0,5 \cdot (Ca/2 + Mg/2)]$$

en suelos con acidez de cambio

$$\text{Hig.} = 0,44 \left[T - 0,5 (Ca/2 + Mg/2) - \frac{Al/3}{3} \right]$$

siendo:

Hig = higroscopicidad %.

T = capacidad total de adsorción (S+H+Al/3).

H = Hidrógeno en el complejo en miliequivalentes.

Al/3 = Al " " " " "

Ca/2 = Ca " " " " "

Mg/2 = Mg " " " " "

2,25 = 50,5/22,41 normalidad corpuscular del H_2SO_4 al 10%, o sea el cociente de la presión osmótica del H_2SO_4 al 10%, a 25° C. (50,5 a 50,7 at.)⁽¹⁾ y la constante de los gases (22,41).

En el cuadro que sigue, puede verse la concordancia entre higroscopicidad determinada por el método MITSCHERLICH y el agua de hidratación de los cationes de cambio, según VAGELER y ALTEN. El agua de hidratación fué determinada asignando un valor de 0,4 cc. de agua por cada milígramo equivalente de cationes de cambio, promedio del correspondiente a los diversos iones según determinaciones de VAGELER⁽²⁾.

Tipos de suelos	Higroscopicidad	Valor T (máxima capacidad de adsorción de cationes)	Agua de hidra- tación de los iones.
Arenoso	0 - 1,5	2 - 5	0,8 - 2
Limo arenoso	1,5 - 2,5	5 - 8	2 - 3,2
Limoso	2,5 - 7	8 - 20	3,2 - 8
Arcilloso	7 - 14	20 - 40	8 - 16
Arcilloso tropical	14 - 20	40 - 60	16 - 24

(1) LANDOLT-BOERNSTEIN: Physikalisch-chemische Tabellen.

(2) VAGELER P. Landbouw. 1927-28. III. Heft 3/4. Zeits. Pflanz. Dung. u. Bodenk. A. 19:281.

MARCHESI⁽¹⁾ y DIAZ MUÑOZ - TAMES ALARCON⁽²⁾ (1935) comprobaron también esa concordancia en suelos españoles.

2. EL AGUA INERTE

La cantidad de agua que existe en el suelo sin poder ser aprovechada por las plantas, ha sido considerada variable por los diversos autores.

MITSCHERLICH establece que en general las plantas no aprovechan una cantidad de agua igual a tres veces la higroscopicidad. OAKLEY y JOSEPH y otros autores consideran que varía, según la planta, de 1,5 a 4 veces la higroscopicidad. DOJARENKO (citado por STEBUTT) calcula como inerte un valor igual a dos veces la higroscopicidad. SEKERA, y SHIVE - LIVINGSTON y otros autores asignan valores parecidos a los principales grupos de plantas.

VAGELER al considerar que el agua del suelo es una función de los cationes de cambio y cationes en la solución del mismo, que dan una determinada presión osmótica, establece que el agua inerte depende de esta proporción de iones, formando un sistema osmótico en equilibrio con la planta con determinado poder de succión, equivalente a definida presión osmótica.

El agua inerte total es igual, entonces, al agua de la película de hidratación de los cationes de cambio, antes mencionada, más el agua inerte que corresponde a la presión osmótica de la solución del suelo, variables ambas que dependen de la presión de succión de la planta.

a) Agua higroscópica inerte

VAGELER ha establecido la cantidad de agua de hidratación de los iones de cambio que los suelos presentan, considerando como un sistema en equilibrio frente a determinada presión osmótica, estableciendo que varía según la valencia del ión, en determinada potencia.

Para el caso de muchos iones monovalentes del suelo se tiene:

$$\pi \approx 50. \left(\frac{\text{Hig.}}{W} \right)^2$$

siendo π la presión osmótica, Hig. la higroscopicidad y W el contenido de agua del sistema en grs. % de substancia seca.

(1) MARCHESI. Investigación Edafológica de suelos tabaqueros de la Provincia de Cáceres. Madrid. 1934.

(2) DIAZ Y MUÑOZ-TAMES ALARCON. Aplicación de algunas características físicas y físico-químicas a la utilización del agua por diferentes cultivos en un suelo de La Moncloa. Cong. de la S. E. P. C. de Santiago. 1934.

Para los iones bivalentes de cambio del suelo, caso más general, se tiene:

$$\pi = 50. \left(\frac{\text{Hig.}}{W} \right)^3$$

y reemplazando Hig. por el valor antes calculado

$$\pi = 5,5 \frac{(\Sigma K)^3}{W^3}$$

Recíprocamente, el contenido de agua del sistema para una presión osmótica dada es:

$$W_J = \sqrt[3]{5,5 \frac{(\Sigma K)^3}{\pi}} = 1,767 \Sigma K \cdot \pi^{-1/3}$$

VAGELER dá los siguientes valores de gradiente de potencial para los diversos cationes:

Na, Li	=	1½	potencia	como	gradiente
K, NH ₄	=	2	"	"	"
H	=	2,5	"	"	"
Ca, Mg	=	3	"	"	"
Al, Fe	=	4	"	"	"

con lo cual se obtiene la siguiente fórmula general de la cantidad de agua de hidratación de los iones, para una presión osmótica π dada:

$$W_J = 6,5 \Sigma(\text{Li, Na}) \pi^{-1/1,5} + 3,39 \Sigma(\text{K, NH}_4) \cdot \pi^{-1/2} + 1,77 \Sigma(\text{Mg}/2, \text{Ca}/2) \pi^{-1/3} + 1,27 \Sigma(\text{Al}/3, \text{Fe}/3) \pi^{-1/4} + 2,30 \text{H} \pi^{-1/2,5}$$

que en la práctica para complejo con cationes mono y bivalentes, puede reemplazarse por la siguiente:

$$W_J = 2,3 \Sigma K \pi^{-1/2,5}$$

de donde:

$$\pi = 8,0 \left(\frac{\Sigma K}{W_j} \right)^{2,5}$$

En suelo con predominancia de cationes bivalentes o sea suelos con pH variando de 7 a 8,4 conviene más usar la fórmula antes dada de la tercera potencia. Si hay más de 25% de Na en el complejo, entonces es mejor la siguiente:

$$W_J = 3,39 \Sigma K \pi^{-1/2}$$

de donde

$$\pi = 11,49 \left(\frac{\Sigma K}{W_j} \right)^2$$

ALTEN y KURMIES (1935), dicen que VAGELER no comprobó experimentalmente la enación. Estos autores aplicando el mismo principio utilizado por VAGELER obtuvieron en ensayos originales otros valores.

El método empleado para el cálculo de la película de agua libre de sales, fué establecer el equilibrio de una arcilla de sodio, de potasio, de magnesio y de calcio, con sales de los mismos cationes (cloruros, sulfatos) en diferentes concentraciones, con lo cual se obtuvieron diferentes presiones osmóticas.

Comprobaron que el aumento de la presión osmótica (soluciones más concentradas) produjo una disminución de la película de agua; ésta fué posible calcularla por el aumento de la concentración del anión en el filtrado. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Concentración de la solución desplazante	Película de agua libre de sales en cc. por 100 g. arcilla			
	Arcilla sódica con solución de NaCl	Arcilla potásica con solución de KCl	Arcilla Magnésica con solución de MgCl ₂	Arcilla cálsica con solución de CaCl ₂
N/10	88,6	33,6	33,6	33,1
N/5	70,1	26,9	32,3	30,3
N/2	47,7	18,4	28,7	27,4
N	36,1	13,9	26,6	25,7
2N	25,7	10,8	22,6	22,2

Obtuvieron una función hiperbólica: con muy poca presión osmótica la película de agua aumenta hasta infinito, e inversamente, con mucha presión osmótica decrece la película hasta infinito. Los valores encontrados coincidieron en general con los calculados.

ALTEN y KURMIES dan la siguiente fórmula general para el cálculo de W_J:

$$W_J = 2,21Na\pi^{-1/2} + 0,87K\pi^{-1/2} + 0,46Mg\pi^{-1/6} + 0,45Ca\pi^{-1/6}$$

estando los cationes expresados en M.E. por 100 g. de arcilla, siendo π la presión osmotica dada.

b) Agua inerte dependiente de la solución del suelo

Además del agua higroscópica las plantas son incapaces de aprovechar una cantidad de agua, W_L, que depende de la presión osmótica de la solución del suelo y que puede calcularse conociéndose la presión de succión radicular.

Para una determinada presión osmótica π

$$W = \frac{24,0 \cdot \Sigma K \text{ en solución}}{\pi} \text{ a } 20^{\circ}\text{C}$$

K depende de la disociación de las sales disueltas.

c) *Agua inerte total*

El agua inerte total, B, que comprende el agua de hidratación de lo siones, WJ, y el agua que las sales disueltas no permiten absorber, WL, es igual a $20^{\circ}\text{C}.$:

$$B = WJ + WL = 1,77 \Sigma K \pi^{-1/3} + 24 \Sigma K \text{ solubles } \pi^{-1}$$

considerando para WJ la tercera potencia como gradiente de presión, que corresponde a la mayoría de los suelos de las zonas medianas, siendo π la presión de succión de las raíces de la planta considerada.

El segundo término de la ecuación es despreciable en suelos de zonas medianas, pero debe tomarse en cuenta cuando hay 2-3 miliequivalentes de bases solubles y, con mayor razón, si se trata de suelos livianos.

La suma de corpúsculos solubles osmóticamente activos, ΣK_{sol} , depende del grado de disociación de las sales del suelo y a su vez del contenido de agua. En la práctica es suficiente considerar sólo las sales de Na, pero completamente disociadas, calculando el doble, y se tiene:

$$B = 1,76 \Sigma K \pi^{-1/3} + 48 \text{ Na soluble } \pi^{-1}$$

o también, para mayor rapidez, puede utilizarse la siguiente fórmula que dan VAGELER y ALTEN.

$$B = p \cdot \text{Hig} \cdot + \frac{33,6 (\text{Na} + \text{K} + \text{Mg}/2)}{\text{presión de succión raíces en at.}}$$

siendo

p = factor de multiplicación de higroscopicidad, que depende de la presión de succión de las raíces, que se obtiene en el diagrama de VAGELER y ALTEN (Zeits. Pflanze. Düng. Bodenk. A, 22: 209. 1931).

Hig. = Higroscopicidad.

Na = Miliequivalentes de sales de sodio solubles.

K = Miliequivalentes de sales de potasio solubles.

Mg/2 = Miliequivalentes de sales de magnesio solubles.

33,6 = $1,5 \times 22,4$, o sea presión osmótica de la solución molar de una sal considerando que está disociada el 50%, por lo cual la presión osmótica de la parte disociada se duplica.

Las sales de Ca no se toman en cuenta por ser el CaCO_3 y el CaSO_4 muy poco solubles.

3. EL PODER DE SUCCION DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

El jugo celular de las plantas tiene una determinada presión osmótica, parte de la cual es contrarrestada por la resistencia de la pared celular, que permite obtener la turgencia de la célula. La presión osmótica remanente constituye el poder de succión del vegetal, que, expresado en atmósferas es, por lo tanto, la diferencia entre la presión osmótica del jugo celular y la presión de turgencia. Esta última tiene el valor osmótico de la máxima concentración de una solución cualquiera que pueda estar en equilibrio con la célula, sin causar su plasmólisis.

La presión de succión de las raíces permite la entrada de agua en el vegetal. La absorción se produce por los pelos radiculares, originados en la epidermis de las raicillas. El agua absorbida antes de llegar a los vasos conductores, debe atravesar algunas capas de células del parénquima vertical, el endodermis y el periciclo.

La presión de succión debe ser suficientemente enérgica, para contrarrestar la presión osmótica del suelo, debiendo aumentar de la periferia al centro en su camino de los pelos radiculares hacia los vasos. Se han notado sin embargo anomalías en este sentido.

URSPLUNG y BLUM⁽¹⁾ (citado por KOSTYTSCHEW) determinaron la presión de succión radial en *Phaseolus* y comprobaron que pasando del epidermis al parénquima cortical había aumento, siendo éste progresivo en las capas de células del parénquima hasta llegar al endodermis. En éste se produjo un descenso brusco y luego otro al pasar al periciclo.

Este fenómeno no ha podido ser aclarado todavía. DIXON⁽²⁾ (citado por KOSTYTSCHEW) ha intentado dar una explicación que es desechada por URSPLUNG.

Durante mucho tiempo se consideró que la presión de succión de los vegetales cultivados no influía mayormente en el proceso de absorción de agua, dado el enorme poder de retención del suelo para la misma. El equilibrio del suelo-planta se establecía por el llamado punto de marchitez permanente ("wilting point") de BRIGGS y SHANTZ⁽³⁾ y demás investigadores norteamericanos, cuyo valor se con-

(1) URSPLUNG y BLUM, 1921. Ber. deuts. bot. Ges. 39:70.

(2) DIXON, 1930. Ber. deuts. bot. Ges. 48:428.

(3) BRIGGS L. S. AND SHANTZ. 1912. **The wilting point coefficient for different plants and its indirect determination.** U. S. D. A. Bur. Plant Ind. Bull. 230.

sideró y aún se considera por muchos autores, constante para un suelo, independientemente de la presión de succión de las plantas.

SHULL⁽¹⁾ de acuerdo a los datos de BRIGGS y SHANTZ calculó que el punto de marchitez permanente corresponde a una presión osmótica del suelo de 3-4 atmósferas.

MAGISTAD y BREAZEALE (1929) consideran que las células de las plantas tienen aproximadamente la misma fuerza de atracción para el agua, y citan los trabajos de HANNING⁽²⁾ quien encontró que la presión osmótica de 64 especies de plantas variaba de 4 a 14 atm., es decir, un promedio de 7 a 8 atm. Aún en plantas de la misma familia había variaciones tan amplias como en plantas de grupos ecológicos distintos.

Posteriormente BREAZEALE (1930) establece que el coeficiente de marchitez permanente no corresponde a un punto fijo, pues presenta oscilaciones, por lo cual dice que debe hablarse mejor de "zona de marchitez", que depende del tipo de planta, distribución radicular, longitud de las raíces, velocidad de transpiración, etc.; calculando que, en términos generales, corresponde a una presión de succión de las plantas de 5 a 8 atm.

Después de los trabajos de URSPLUNG y BLUM, se han hecho muchas mediciones de la presión de succión de las plantas, que permitieron comprobar las grandes variaciones que presenta.

Los valores extremos de presión osmótica de succión de los vegetales pueden observarse en el siguiente cuadro de WALTER⁽³⁾ (tomado de VAGELER pág. 267):

Plantas de desierto	17 - 100 atm.
„ „ mar	15 - 50 „
„ cultivadas de climas templados	5 - 35 „
„ „ „ „ secos	15 - 35 „

La presión de succión de los vegetales depende de una serie de factores.

WALTER⁽⁴⁾ (VAGELER, pág. 268) sostiene que las plantas de estaciones sometidas a rápidos cambios de humedad, necesitan a veces so-

-
- (1) SHULL C. A. 1916. *Measurement of the surface force in soils*. Bot. Gaz. 62:1-31.
 - (2) HANNING E. 1912. *Untersuchungen ueber die Verteilungen des Osmotischesdruck in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung*. Ber. Deut. Bot. Ges. 30:194-204.
 - (3) WALTER H. 1925. *Der Wasserhaushat der Pflanze in quantitative Betrachtung*. 1-34. Verlag Datterer, Munchen. (Samm. Naturw. u. Landw. Heft 6).
 - (4) WALTER H. Ber. Deut. Bot. Ges. 47:243.

brepasar la elevada presión osmótica del suelo, presentando por lo general la mayor presión de succión radicular. Asigna como valor general para las plantas cultivadas 4 a 15 atmósferas.

Siendo esa presión una adaptación de la planta al suelo, manifiesta FOSCHUM⁽¹⁾, en suelos limosos y arcillosos se observan los mayores valores de presión de succión radicular.

El ciclo vegetativo de las plantas también influye; las plantas de ciclo vegetativo corto o sea de amplio ritmo de crecimiento, tienen gran fuerza de succión (EIBL)⁽²⁾.

La adaptación de la planta al medio, como explicación de la presión de succión elevada, puede verse en el siguiente cuadro de OPPENHEIMER⁽³⁾ (VAGELER, pág. 268).

PRESION DE SUCCION DE PLANTAS DIVERSAS COMARCAS

Plantas del norte	9 atm.
„ de trópicos, América del Sud y Centro, húmeda .	9 atm.
Zonas de mar medianas	10 atm.
Egipto	14 atm.
India	15 atm.
Zonas secas y Sud América	15 atm.
Cáucaso	12 - 16 atm.
Asia Occidental	20 atm.

En lo que respecta a zonas de contenido en sales en el suelo, es conocida la presión osmótica de las plantas adaptadas a esas condiciones, que siempre es elevada.

El cuadro N° 2 tomado de VAGELER (pág. 268-69) completado con datos de otros autores, reúne los principales valores de la presión de succión radicular, de las plantas cultivadas, que se conocen.

Las grandes oscilaciones en los valores constatados, dice VAGELER que debe atribuirse en parte a los diferentes métodos utilizados por los diversos investigadores⁽⁴⁾. Una adaptación individual al aumento del contenido en sales es descartada por este autor, pues en ensayos originales comprobó que, antes bien, había disminución de la presión de las raíces con el aumento salino del medio, KOSTYTSCHEW cita, sin embargo, investigaciones de LITWINOW⁽⁵⁾ que demostraron que el crecimiento de plantas en soluciones de concentración creciente, produ-

(1) FOSCHUM B. Fortschr. Landwirtsch, 1928. Pág. 1014.

(2) EIBL A. Fortschr. Landwirtsch. 1927, pág. 667.

(3) OPPENHEIMER H. Fortschr Landwirtsch. 1927, pág. 215.

(4) Discusión sobre este punto puede verse en la obra de KOSTYTSCHEW (cap. 10) y en la de MAXIMOW (cap. 1 y 2), citados al final.

(5) LITWINOW L. Bull Inst. rech. biol. Univ. Perm. 4. (1926), en ruso.

jo aumento de la presión de succión, en maíz hasta 10 atmósferas, límite no sobrepasado.

VAGELER constató, por otra parte, que manteniendo constante el contenido salino pero variando los cationes constituyentes de las mezclas, en forma de obtener siempre el mismo contenido de agua estática y de agua inerte, la presión de succión radicular variaba para una misma planta. Esto no lo atribuye a acción específica del ión, sino a las características físico-químicas individuales de cada planta que influyen en el equilibrio osmótico con las mezclas de cationes agregados.

VAGELER, deduce de estos ensayos, el gran rol que incumbe al ión Ca, pues por su poca solubilidad permanece como un constituyente del suelo, permitiendo su presencia en la solución del mismo, el aumento de la presión de succión radicular, sin aumento correlativo del agua inerte. Es esta una fase más del rol mejorador del suelo que tiene ese elemento.

4. LA CAPACIDAD DE AGUA DEL SUELO. EL AGUA POSIBLE

La cantidad máxima de agua que el suelo es capaz de retener cuando está sometido a la succión de una atmósfera en laboratorio, es llamada por VAGELER y ALTEN "mínima capacidad de agua"; su valor es análogo a la "humedad equivalente" de BRIGGS y MC LANE⁽¹⁾ (que BOUYOUCOS, 1929-1935, determina como aquellos por succión de una atmósfera), y a la "máxima capacidad de retención molecular de agua" de LEBEDEF (1928-1932).

El agua posible es la cantidad de agua que un suelo puede retener después de haber sido saturado. En la mayoría de los casos es igual a la mínima capacidad de agua.

El agua posible del perfil del suelo, dice VAGELER, al referirse a su método, es aparentemente idéntica a la capacidad de agua de un volumen considerado de suelo, según la determina SEKERA. La diferencia estriba en que en el segundo caso la determinación se hace sobre la muestra con su estructura natural, lo que no ocurre en aquel método.

VAGELER dice que las grandes dificultades técnicas de la determinación del agua retenida por el suelo al saturarlo con su estructura natural, hacen que sea un dato casual, que puede ser mayor o menor que el real. Cita en apoyo de su punto de vista la opinión de ZUNKER, quien dice que el valor casual de esa determinación es debida al agua retenida por acciones capilares, pues la muestra aislada no está sometida a las mismas alternativas que el perfil natural, donde, por ejemplo, una capa impermeable puede influir activamente.

(1) BRIGGS L. J. AND MC LANE J. W. 1907. **The moisture equivalent of soils.** U. S. Dep. Agric. Bur. of Soils. Bull. 45.

La capacidad de agua del suelo, dice VAGELER, no representa una constante del mismo sino un valor máximo, pudiendo definirse como la cantidad de agua que un sistema polidisperso como es el suelo, puede retener, independientemente de la disposición de sus partículas, debido al propio campo energético que presenta en contra de la gravedad.

VAGELER ha calculado que el efecto de la gravitación sobre la película de agua higroscópica y sobre la deformación de las películas de agua capilares (agua cuneiforme, pendular, funicular, etc.) puede considerarse que equivale aproximadamente a 0,5 atm.; por lo cual teniendo en cuenta este valor en la ecuación general del agua de hidratación iónica, con gradiente de tercera potencia, da las siguientes fórmulas para el cálculo de la mínima capacidad de agua (C_m) en función de los cationes de cambio:

$$C_m = 2,2 \cdot \Sigma K$$

$$C_m = 4,5 \cdot \text{Hig.}$$

VAGELER y ALTEX comprobaron experimentalmente la validez de las fórmulas sobre 250 suelos investigados, encontrando que la relación C_m : Hig. era de $4,7 \pm 0,5$, es decir, bastante vecino al teórico 4,5.

El agua posible de los horizontes aislados puede, naturalmente, ser mayor que el volumen mínimo de poros, en suelos con determinado poder de imbibición. En suelos arenosos es a menudo menor.

Si la capacidad mínima de agua es menor que el volumen mínimo de poros, sólo debe colocarse ella como agua posible al hacer el cálculo.

En el perfil, el agua posible disminuye progresivamente en profundidad, debido a la presión de las capas de suelo superiores. Según GREENE, a una profundidad de 1,50 m. y más abajo, el suelo no puede retener una cantidad de agua superior a su volumen mínimo de poros. Por eso la determinación analítica del agua posible en todo el perfil, da valores menores a la suma de la mínima capacidad de los horizontes aislados.

En suelos groseramente dispersos, es decir, en términos generales los suelos livianos, el volumen de poros sobrepasa la mínima capacidad y existe, por lo tanto, una gran posibilidad de agua.

Los suelos de elementos finos, es decir, en general los arcillosos, tienen en capas profundas escaso volumen de poros y gran capacidad de agua, no pudiendo retener la que es eliminada por presión de las capas superiores.

Por lo tanto, en el primer caso el agua posible del perfil puede ser mayor que la mínima capacidad y en el segundo menor. Indudablemente que casos especiales, como la presencia de un horizon-

te impermeable, crean condiciones excepcionales y, aún en suelos de elementos finos, el agua posible puede ser prácticamente infinito.

La disminución del contenido de agua en el perfil, por debajo de la mínima capacidad, con el aumento de la profundidad, sigue bastante aproximadamente el potencial de la ecuación

$$y = a. (300 x - x^2)$$

en la que y = disminución del contenido de agua

a = una constante que tiene el siguiente valor en cada suelo

$$a = \frac{C_m - P_m}{22500}; \text{ siendo } C_m = \text{capacidad mínima}$$

$$P_m = \text{volumen mínimo de poros}$$

x = distancia del punto medio del horizonte a la superficie del suelo.

Cálculo del agua posible.

El cálculo por 100 grs. de suelo de cada horizonte considerado individualmente es:

$$A = C_m - K (C_m - P_m)$$

siendo

A = agua posible

$$K = \frac{300 x - x^2}{22500}$$

También puede obtenerse A con la siguiente fórmula:

$$A = P_m + K (C_m - P_m)$$

siendo K una constante análoga a la anterior cuyo valor se puede obtener en el diagrama de VAGELER (pág. 274).

Estas fórmulas son para suelos minerales; en suelos humosos no se cumplen, o se cumplen en forma muy aproximada.

Conociendo el agua posible por 100 grs. de suelo seco se obtiene el *agua posible por cm. de horizonte* en m^3 por hectárea (A_p) con la siguiente fórmula

$$A_p = m.v.A$$

siendo

v = peso volumétrico del suelo en su estructura natural.

m = cociente de dividir el peso seco de un cm. de horizonte de suelo por 100 toneladas.

No conociéndose el peso volumétrico puede utilizarse como valor general 1,3 para los suelos minerales, sin cometer gran error.

La fórmula general para obtener el agua posible por cm. de horizonte es:

$$A_p = \frac{100 \cdot A}{38 + A} \text{ en m}^3 \text{ por hectárea}$$

Para el cálculo de todo el perfil se suman los valores aislados de los horizontes.

VAGELER (pág. 275) da los siguientes datos de investigaciones efectuadas en Africa, que comprueban la validez del cálculo del agua posible comparado con la distribución natural de la misma en un suelo sobreirrigado.

Profundidad en cm.	C _m %	P _m %	Contenido en agua después del riego	
			Encontrado %	Calculado %
0- 30	55	14,9	45	45
30- 60	59	17,4	30	38
60- 90	48	21,8	22	28
90-120	55	19,5	23	23
120-150	46	20,4	26	21
150-180	51	20,4	22	20

Además de la concordancia entre los valores calculados y los encontrados, del agua posible, VAGELER ha podido comprobar otras que se relacionan con la dinámica del agua en el suelo.

Considera VAGELER que el agua contenida en el suelo en el punto de lenta capilaridad⁽¹⁾ (W_{lent.}) es una función del contenido en cationes del complejo adsorbente cuyo valor se obtiene de la fórmula

$$W_{\text{lent.}} = 0,96 \Sigma K \quad (\text{VAGELER, pág. 124})$$

obtenida asignando un valor de $\pi = 6,25$ atm. en la ecuación general de la higroscopicidad con gradiente de tercera potencia. Establece en consecuencia que el espacio libre del volumen de poros ("Spannungsfreies Porenvolum"), como llama ZUNKER a la diferencia entre el volumen de poros (P) y la higroscopicidad, es igual a

$$P - W_{\text{lent.}} = P - 0,96 \Sigma K \quad (\text{VAGELER, pág. 124})$$

- (1) Por punto de lenta capilaridad definen WIDTSOE y MC. LAUGHLIN el contenido de agua del suelo en el cual el movimiento del agua capilar libre de la influencia de la napa, es muy lento y sin efecto. Corresponde aproximadamente a un contenido de agua igual a 1,5 a 2 veces la higroscopicidad. (WIDTSOE J. A. AND MC. LAUGHLIN W. W. 1912. **The movement of water in irrigated soils.** Utah Exp. Sta. Bull. 115).

es decir

$$P - 0,96\Sigma K = P - \frac{1,76.\Sigma K}{\sqrt[3]{6,25}}$$

Y teniendo en cuenta que es despreciable el contenido de aire en el volumen de poros del perfil de suelo arcilloso con C_m mayor que P_m idéntica a A , se obtiene para capas aisladas del perfil:

$$\text{espacio libre del volumen de poros} = A - 0,96 \Sigma K = A - 2Hig.$$

El agua higroscópica en el perfil investigado era igual a 12%.

Es decir que la experiencia confirma el cálculo teórico de que el espacio libre del volumen de poros, en cada horizonte del suelo, se obtiene restando del agua posible el doble de higroscopicidad.

Como se observa en el cuadro, no puede existir espacio libre del volumen de poros a mayor profundidad de 1 metro, lo que indica, dice VAGELER, que no puede penetrar agua a mayor profundidad si las capas de suelo subyacentes están saturadas.

5. EL AGUA DEL SUELO DISPONIBLE ESTÁTICA Y DINÁMICAMENTE.

AGUA APROVECHABLE

SEKERA (citado por VAGELER) considera que para el cálculo del agua utilizable del suelo debe conocerse su capacidad de retención al estado natural: de ésta sólo una parte es aprovechable biológicamente. En rigor de verdad, más por los microbios que por las plantas, pues la utilización del agua por ellos es un proceso estático de equilibrio entre humedad e imbibición del plasma, mientras que con las plantas el proceso es dinámico, debido a que el poder de succión de las mismas debe sobrepasar el poder de retención del suelo y la movilidad del agua en el mismo.

El agua estática aprovechable o sea el agua de los microbios, se obtiene restando del contenido natural de agua del suelo, la humedad higroscópica (96% hum. relat.). El agua dinámica aprovechable o sea el agua de las plantas, no es posible determinarla directamente. SEKERA calcula en términos generales, que del agua estática para las plantas, el 75% es aprovechable dinámicamente, considerando el volumen de tierra en que se encuentran las raíces, y llama capacidad de lluvia ("Regenkapazität") al agua aprovechable almacenada en ese espesor de tierra.

VAGELER dice que es convencional asignar el 75% de agua aprovechable dinámicamente por las plantas, del contenido estático de agua del suelo, pues hay grandes diferencias en el poder de succión de las mismas y grandes diferencias en el poder de retención del suelo y condiciones que influyen en ésta. VAGELER dice que si bien esa relación se cumple en regiones de clima templado con cationes de

cambio casi exclusivamente bivalentes, no ocurre lo mismo en climas áridos con suelos de gran contenido en sales, que ocasionan una disminución apreciable del agua disponible y saturación del complejo adsorbente con sodio.

Considera como agua disponible estáticamente, la diferencia entre el agua posible y el agua inerte. Esta es calculada en la forma anteriormente expuesta, es decir, como variable dependiente de la presión de succión de la planta y de la presión osmótica del sistema agua higroscópica-solución del suelo. Como para las plantas de cultivo agrícola la presión de succión de las raíces oscila entre 5 y 45 atm., el agua inerte tiene un valor que varía entre 1,5 y 4 veces la higroscopicidad.

El *agua disponible estáticamente* en cada horizonte, calculada sobre 100 grs. de suelo seco (E) es igual al agua posible (A) menos el agua inerte (B).

$$E = A - B$$

Calculando *por centímetro de horizonte* (A_c), en metros cúbicos por hectárea, se tiene

$$A_c = \frac{E \cdot A_p}{A}$$

Para obtener el valor de todo el perfil se suman los valores individuales de los horizontes.

El agua estática disponible para ser aprovechable por las plantas, debe tener en el suelo una velocidad mínima necesaria para compensar la absorción debida al crecimiento y a la transpiración. Se establece en esta forma, si el agua disponible estáticamente es aprovechable dinamicamente en su totalidad o en parte.

VAGELER y ALTEN calculan que la velocidad mínima que el agua debe tener en el suelo para ser aprovechable por las plantas, es 0,2 mm. por hora, de acuerdo a las siguientes consideraciones.

Las plantas, dicen, no absorben agua del suelo en toda la extensión de sus raíces, sino únicamente por los pelos radiculares de la extremidad de las mismas, como lo demostraron entre otros, los estudios de URSPLUNG y BLUM⁽¹⁾. La absorción de agua es un proceso puntiforme, pues las raíces no constituyen canales ininterrumpidos, sino abundante conductos constituyendo puntos de entrada de agua. Estos puntos cambian de lugar un milímetro por cada hora, según se deduce de las medidas de crecimiento radicular de ROTMISTROFF⁽²⁾; el prome-

(1) URSPLUNG A. UND BLUM G. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich Bd. 73.

(2) ROTMISTROFF W. Das Wesen der Dürre. Dresden. 1926.

dio durante el período vegetativo de las principales plantas cultivadas es 0,2 - 0,4 milímetros por hora.

Aplicando esas mediciones a toda la extensión de raíces de una capa determinada de suelo, considerada estaticamente, puede decirse que el agua debe circular hacia las raíces con una velocidad de 0,2 - 0,4 a un milímetro por hora, es decir con un mínimo de 0,2 mm. por hora y un máximo de un milímetro por hora.

Si la velocidad del agua es inferior a 0,2 mm. por hora no llega a los pelos radiculares; si es mayor que un milímetro, es demasiado veloz para compensar la absorción por el vegetal como consecuencia de la transpiración, perdiéndose para la planta una cantidad de agua que no alcanza a absorber⁽¹⁾.

0,2 mm. y 1 mm. por hora son, por consiguiente, los valores mínimos y máximos de velocidad que el agua debe tener en el suelo para ser aprovechable por las plantas. Con ello se establece el llamado *espesor de capa crítica*, es decir el espesor de suelo atravesado por el agua circulando a esa velocidad. Indudablemente, el espesor de capa crítica con respecto a la velocidad de 0,2 mm. hora es lo que tiene mayor importancia y a ella se hace referencia siempre.

El espesor de capa crítica se determina conociendo el valor de la ascensión capilar y el módulo del tiempo, que se deducen de la hipótesis de ascensión capilar

$$y = \frac{x \cdot T}{x + q \cdot T}$$

-
- (1) El valor de la velocidad mínima que el agua del suelo debe tener, para ser aprovechable por las plantas, dicen VAGELER y ALTEN que puede considerarse 0,2 mm. también por el siguiente cálculo aproximado.

Para la producción de una tonelada de substancia seca en plantas tropicales o subtropicales, se necesitan de 300 a 500 metros cúbicos de agua. Considerando un promedio de rendimiento de 5 toneladas de substancia seca por hectárea, el agua necesaria es de 1500 a 2500 metros cúbicos para un período vegetativo de 100 días, descontando los tiempos de débil evaporación, es decir 1 metro cúbico por hora.

Esa cantidad corresponde a una capa de 0,1 mm. en toda la extensión de la hectárea, o sea que el agua debe circular con velocidad de 0,1 mm. por hora para asegurar la exigencia de la planta.

Si se considera que el espacio de poros es, en términos generales de 50% en los suelos medianos y pesados, la acumulación de una capa de 0,1 mm. por hora significa, en realidad, atravesar 0,2 mm. del espesor del suelo por hora, o sea que la velocidad mínima del agua debe ser 0,2 mm. por hora. (VAGELER y ALTEN. Böden des Nil und Gash. IV, pág. 231).

en la que:

y = ascensión capilar

x = tiempo

q = módulo de ascensión en función del tiempo

T = máxima ascensión capilar

Siendo la velocidad el cociente diferencial del recorrido sobre el tiempo, por diferenciación en la ecuación de ascensión capilar se tiene:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q \cdot T^2}{(x + q \cdot T)^2}$$

y haciendo

$$\frac{dy}{dx} = 0,2$$

se tiene

$$0,2 = \frac{q \cdot T^2}{(x + q \cdot T)^2} = \frac{T \cdot \sqrt{q}}{x + q \cdot T}$$

$$x = \frac{T \cdot \sqrt{q}}{0,2} - q \cdot T = \frac{T \cdot (\sqrt{q} - \sqrt{0,2} \cdot q)}{\sqrt{0,2}} = T (2,237 \sqrt{q} - q)$$

y reemplazando el valor x en la ecuación $y = \frac{x \cdot T}{x + q \cdot T}$ se tiene

$$\begin{aligned} y &= \frac{T(2,237 \sqrt{q} - q)T}{T(2,237 \sqrt{q} - q) + q \cdot T} = \frac{T^2(2,237 \sqrt{q} - q)}{T(2,237 \sqrt{q} - q) + q \cdot T} = \\ &= \frac{T(2,237 \sqrt{q} - q)}{2,237 \sqrt{q}} = T \left(1 - \frac{q}{2,237 \sqrt{q}} \right) \end{aligned}$$

$$y = T (1 - 0,447 \sqrt{q})$$

el valor de y obtenido es el espesor de capa crítica máxima

$$Kr_{\max} = T (1 - 0,447 \sqrt{q})$$

por el mismo procedimiento, haciendo $\frac{dy}{dx} = 1$, se obtiene el espesor de capa crítica mínima,

$$Kr_{\min} = T (1 - \sqrt{q})$$

Conocido el espesor de capa crítica (e_c) puede calcularse la cantidad aprovechable, del agua disponible en el suelo.

El agua disponible estaticamente en el suelo, es aprovechable dinámicamente en su totalidad si tiene una velocidad de 0,2 mm. por hora o mayor. En suelos con menor movilidad, solo es aprovechable la cantidad que excede el espesor de capa crítica.

Pero como la circulación del agua en el suelo no depende de la dirección de los espacios de poros, el agua llega a las raíces de las plantas, tanto de abajo como de arriba. Por estas razones, el agua aprovechable es en realidad la que se libera con un valor del doble de la capa crítica; con el aumento de las precipitaciones se reduce el espesor de capa calculable.

En suelos con pequeña altura de ascensión de agua, en la mayoría de los casos suelos pesados, la movilidad del agua es poco intensa. Si el doble del espesor de la capa crítica es menor que el espesor real de la capa de suelo, solo debe considerarse el doble del espesor de la capa crítica al hacer el balance del agua.

En suelos livianos, que presentan bastante movilidad del agua, debe considerarse el espesor real de la capa de suelo y no el otro valor, pues en estos casos la medida del doble de la capa crítica debe exceder el espesor real de la capa de suelo.

El *cálculo del agua dinámica aprovechable (D) o agua útil* es entonces, en metros cúbicos por hectárea y por horizonte:

1. Si el horizonte natural es de espesor mayor que el doble de la capa crítica

$$D = 2 \cdot e_c \cdot A_c$$

2. Si el horizonte natural (e) es de espesor mayor que el doble de la capa crítica

$$D = e \cdot A_c$$

En este último caso el agua estática disponible es dinamicamente aprovechable.

El agua dinámica aprovechable de todo el perfil, se obtiene sumando los valores individuales de los horizontes.

Para obtener el agua efectiva aprovechable, es necesario restar la evaporación al agua aprovechable dinamicamente. La evaporación depende de las condiciones climatológicas.

En el cuadro sinóptico que se acompaña, tomado de DIAZ y MUÑOZ - TAMES ALARCON (1935), se halla resumido el método de VAGELER y ALTEN para la determinación del agua útil.

III. INVESTIGACIONES EFECTUADAS

Las investigaciones realizadas consistieron en las determinaciones físicas y químicas de los suelos, necesarias para la aplicación del método de VAGELER y ALTEN.

Se han estudiado tres perfiles de suelos. Uno de ellos es el perfil del suelo de la Facultad hasta una profundidad de un metro, aproximadamente, que se dividió en tres horizontes, netamente diferenciables por

sus características físicas; el primer horizonte es la capa superficial de 30 cm. de espesor rica en materia orgánica; el segundo, el subsuelo, muy arcilloso de 40 cm. y el tercero la capa subyacente que se ha limitado a unos 30 cm.

Los otros dos perfiles estudiados corresponden a suelos de la zona agrícola de irrigación de Río Negro⁽¹⁾; uno de ellos de la localidad de Gral. Roca, y otro de Cipolletti. Ambos han sido tomados al azar y no representan, por lo tanto, el término medio de la zona.

El suelo de Gral. Roca se dividió en tres capas, la primera superficial de 20 cm. de espesor y las dos subyacentes, de 40 cm. cada una. Se trata, como se verá, de un suelo muy homogéneo, especialmente en las capas inferiores.

El suelo de Cipolletti se dividió en dos capas: la superficial de 40 cm. de espesor y el subsuelo que se limitó a 60 cm. Contrariamente al caso anterior, hay en este perfil mucha diferencia entre ambas capas.

Las determinaciones físicas realizadas consistieron en: análisis mecánico elemental, análisis de los agregados, higroscopicidad, mínima capacidad de agua, ascensión capilar, contracción y volumen mínimo de poros.

El estudio químico consistió en la determinación del extracto acuoso del suelo, la materia orgánica y el pH.

Si bien para la aplicación del método no son necesarias todas las determinaciones que se han hecho, sirven, en cambio, para interpretar los resultados.

Con los datos hallados se estableció el balance del agua, de acuerdo a la presión de succión de la planta. Dada la gran variación de la presión, aún para una misma planta durante su período vegetativo, y a fin de no hacer cálculos dilatados innecesarios, correspondientes a la presión máxima y a la mínima para cada planta, se determinó el agua útil para valores fijos de la presión de succión: 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 atmósferas. Con ello se estableció la curva para cada suelo, en la cual, por simple interpolación, es posible conocer el valor de agua aprovechable para un cultivo con determinada presión de succión.

1. METODOS EMPLEADOS

a) Estudio físico

Composición físico-mecánica y estructura.

Se determinó la *composición elemental* del suelo completamente dispersado, previo ataque de la materia orgánica con agua oxigenada

(1) Agradezco al señor GUILLERMO ORO, de Gral. Roca y al Ing. Agron. E. SARTORI, haberme facilitado las muestras.

y destrucción de los carbonatos con HCl diluido, efectuando la peptización con NaOH, de acuerdo al método de ROBINSON (1932-1933), recomendado por la Soc. Int. de la Ciencia del Suelo (1934, pág. 303).

Se determinaron fracciones de arena gruesa (2 a 0,2 mm. D), arena fina (0,2 a 0,02 mm. D), limo (0,02 a 0,002 mm. D) y arcilla (<0,002 mm. D). Las dos primeras por tamización, calculándose la arena fina por diferencia; el limo y la arcilla por el método de la pipeta.

El CaSO_4 y CaCO_3 se determinaron por el procedimiento químico corriente, lo mismo que la materia orgánica.

El dato de coloides totales se obtuvo de la suma de arcilla, sesquióxidos solubilizados en el ataque con agua oxigenada y materia orgánica.

Se ha preferido el procedimiento usado, al indicado por VAGELER y ALTEN. Estos autores determinan la composición elemental dispersando el suelo con oxalato de litio, sin previa destrucción de la materia orgánica ni carbonatos, pero sí lavando las sales solubles. El método de fraccionamiento, por lo demás, es análogo. Se prefirió el método de ROBINSON no sólo para ajustarse a la norma internacional, sino también con el objeto de asegurar la completa dispersión de los microagregados, que se obtiene con la destrucción de la materia orgánica como lo demuestra, entre otros, el trabajo de GEDROIZ (1933).

Se determinó también la *composición de los agregados estables* en agua, separando las diversas fracciones del suelo en su condición natural, sin previo tratamiento. Se efectuó la agitación de la muestra como en el análisis elemental, de acuerdo al procedimiento de VAGELER y ALTEN, es decir, haciendo pasar corriente de aire (desprovisto de CO_2) durante 3-4 horas. El fraccionamiento fué análogo.

Indudablemente, en el análisis de los agregados, los componentes coloidales están distribuidos en las diversas fracciones mecánicas separadas, de acuerdo a las condiciones en que se produjo la aglomeración.

Se estableció luego el llamado por VAGELER y ALTEN: "factor de estructura", con lo que se obtiene el por ciento de coloides coagulados en su estado natural. En rigor de verdad, es más propio hablar de "factor de dispersión", por cuanto no se establece una relación de agregados de estructura (macroagregados), como correspondería a aquella designación, sino una relación de microagregados (agregados de $D. < 0,25$ mm.).

El factor de dispersión es un dato muy importante en el estudio físico del suelo, por cuanto da un índice del grado de estabilidad del mismo.

Higroscopicidad.

Se determinó por el método de RODEWALD-MITSCHERLICH, es decir en una atmósfera de 96% de saturación (H_2SO_4 al 10%), de acuerdo a la recomendación de la Soc. Int. de la Ciencia del Suelo (1934, pág. 193).

En un pesafiltro ancho, de 4 cm. de diámetro y 1,5 de alto, aproximadamente, se colocan unos 5 grs. de tierra seca al aire pasada por tamiz de 2 mm., se coloca en desecador con 100 c.c. de H_2SO_4 al 10%, se hace el vacío y se deja a temperatura del laboratorio durante 3 días. Se renueva el ácido (tapando el pesafiltro mientras dura la operación), se vuelve a hacer el vacío y se deja otros 2-3 días. Se retira el pesafiltro y se pesa, se renueva el ácido como en el caso anterior, dejándose otros tres días. Se vuelve a pesar y si no hay constancia de peso se vuelve a repetir la operación. Debe tenerse la precaución de hacer burbujear en H_2SO_4 al 10% el aire que entra al desecador.

Capacidad mínima de agua.

Se determinó por el método empleado por BOUYOUCOS (1929-35) para la investigación de la humedad equivalente por succión. El suelo tamizado se coloca en un embudo Büchner de unos 5 cm. de diámetro, asentándolo en seco mediante suaves golpes sobre la mesa de trabajo; luego se satura de agua colocando el embudo en un vaso con agua de manera que el nivel de ésta sea el mismo que el del suelo; BOUYOUCOS recomienda dejar 24 horas.

Se coloca el embudo en un frasco de vacío y se efectúa la succión con una trompa de agua o una bomba de aceite, colocando sobre el embudo un trapo humedecido a fin de que el aire que se aspira esté saturado de humedad, teniendo cuidado que no toque el suelo. Se suspende la operación cuando las gotas de agua caen muy lentamente (1 cada 2-4 minutos).

Si bien con la bomba de aceite se obtiene mayor regularidad en la operación y mayor vacío (4 mm.) que con la trompa de agua (alrededor de 15 mm.), la succión en ambos sistemas debe ser análoga, pues, como bien lo indica BOUYOUCOS, está en último término condicionada por la presión de vapor del agua a la temperatura en que se opera.

La cantidad de suelo que se utilizó fué variable, habiéndose preferido mantener una altura constante del suelo humedecido en el Büchner (más o menos 11-13 milímetros), como indica BOUYOUCOS.

Una vez terminada la succión, que dura aproximadamente media hora, se determina la humedad del suelo a estufa ($105^{\circ}C.$), por los métodos corrientes.

El método indicado por VAGELER y ALTEN, es análogo; se hace la succión en un crisol de Gooch, utilizándose 10 grs. de suelo.

Ascensión capilar.

Se determinó por el método de VAGELER y ALTEN. Un tubo de vidrio de 1,5 a 2 cm. de ancho, cuyo extremo inferior está cerrado con muselina, se llena de suelo bien mezclado; para alcanzar una buena y progresiva estratificación es necesario golpear suavemente a medida que se va agregando.

Los tubos, con más o menos 1 metro de tierra, se colocan en un plato de porcelana chato y ancho, con agua destilada, en forma que el nivel de ésta sea 1 a 2 mm. superior al de la muselina del tubo, manteniéndolo constante (frasco Mariotte).

Se hacen lecturas a determinados tiempos; para suelos con ascensión final de más o menos 300 milímetros, a las 20 y 100 horas; y para suelos con ascensión final aproximadamente mayor que 300 mm., a intervalos más pequeños, por ejemplo a las 5 y 25 horas.

El valor de la ascensión máxima se calcula con la siguiente ecuación de la hipérbola:

$$y = \frac{x \cdot T}{x + q \cdot T}$$

siendo:

y = Altura leída en mm.

x = Tiempo en horas.

T = Ascensión máxima en mm.

q = Módulo de tiempo.

Utilizando valores recíprocos se tiene la función lineal:

siendo: $y = \frac{1}{b}$, $x = \frac{1}{a}$, $T = \frac{1}{K}$, se tiene

$$\frac{1}{b} = \frac{\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{K}}{\frac{1}{a} + q \cdot \frac{1}{K}}, \quad b = \frac{\frac{1}{a} + q \cdot \frac{1}{K}}{\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{K}}, \quad b = \frac{\frac{1}{a} + \frac{q}{K}}{\frac{1}{a \cdot K}}, \quad b = \frac{K + q \cdot a}{a \cdot K}$$

y por lo tanto $b = K + q \cdot a$

Llamando x_1 y x_2 a los tiempos de lectura en horas; y_1 , y_2 , a las alturas leídas en mm., se tiene:

$$a_1 = \frac{1000}{x_1} \quad ; \quad b_1 = \frac{1000}{y_1} \quad ; \quad K = \frac{1000}{T}$$

$$a_2 = \frac{1000}{x_2} \quad ; \quad b_2 = \frac{1000}{y_2} \quad ; \quad T = \frac{1000}{K}$$

siendo: $q = \frac{b_1 - K}{a_1} = \frac{b_2 - K}{a_2}$, se obtiene K en la siguiente forma:

$$\begin{aligned} a_2 (b_1 - K) &= a_1 (b_2 - K) \\ a_2 b_1 - a_2 K &= a_1 b_2 - a_1 K \\ a_1 K - a_2 K &= a_1 b_2 - a_2 b_1 \\ K (a_1 - a_2) &= a_1 b_2 - a_2 b_1 \\ K &= \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{a_1 - a_2} \end{aligned}$$

Para una relación de tiempos de lectura $x_2 = 5x_1$ se tiene:

$$a_1 = \frac{1000}{1} = 1000 ; a_2 = \frac{1000}{5} = 200, \text{ o sea } \begin{cases} a_1 = 5 \\ a_2 = 1 \end{cases} \text{ pues } a_1 = 5a_2$$

$$\text{y entonces } K = \frac{5b_2 - b_1}{5 - 1} = \frac{5b_2 - b_1}{4}$$

Contracción y volumen mínimo de poros.

Se determinaron por el método de VAGELER y ALTEN. Unos 300 grs. de suelo se mezclan con una cantidad de agua correspondiente a 80-100% de la mínima capacidad, se amasa bien y se deja unas 12 horas en un recipiente cerrado. Se coloca entonces el suelo en un plato de aluminio de 10 cm. de diámetro interno y paredes verticales rectas, ligeramente engrasado; se comprime bien, alisando la superficie.

Se pesa el plato con la tierra húmeda, se coloca en estufa a 105° C. para secarlo y se pesa seco cuando tiene peso constante.

En este trabajo se han utilizado en cambio del plato de aluminio, con buenos resultados, cápsulas de Petri.

Cálculo.

Contracción lineal % = 100 — diámetro del disco seco en mm.

Volumen % de suelo seco = $\frac{\text{peso del disco seco} \times 100}{\text{vol. del plato} \times \text{peso específl. del suelo}}$

Volumen % de agua = $\frac{(\text{peso disco h  m.} - \text{peso disco h  m.}) 100}{\text{volumen del plato}}$

Volumen % de aire = 100 — (volumen % suelo seco + vol. % agua)

C  culo del volumen mínimo de poros.

El volumen mínimo de poros resulta de la diferencia:

volumen del suelo contraído — $\frac{\text{masa}}{\text{peso específico}}$

$$\text{Volumen mínimo de poros} = \frac{100 \left[\frac{(100 - \text{contracción lineal})^3}{10^4} - \text{vol. \% suelo seco} \right]}{\text{volumen \% de suelo seco} \times 2,6}$$

o en otra forma

$$\text{Volumen mínimo de poros} = \frac{(100 - \text{contracción lineal})^3}{260 \times \text{volumen \% de suelo seco}} - 38$$

b) Estudio químico

Materia Orgánica.

Se determinó por oxidación total en medio húmedo con mezcla sulfocrómica, recogiendo el CO_2 en la misma marcha analítica de la determinación de carbonatos, que se atacaron con H_2SO_4 diluído.

En los suelos con sales solubles se lavó previamente la muestra (5 grs.) con agua destilada, para evitar la formación de HCl , por ataque de los cloruros.

Se usó el factor 0,471 para convertir CO_2 en materia orgánica.

Extracto acuoso.

Se investigó en la siguiente forma: ⁽¹⁾ Una cantidad de suelo equivalente a 100 grs. secos a estufa, se mezclaron con 500 cc. de agua destilada. En suelos con muy poco contenido en sales se emplean 200 grs. y 1000 cc., respectivamente. La relación suelo-agua (1 a 5) usada, es la que recomiendan VAGELER y ALTEN.

Se agitó durante 2 horas, a mano, suavemente y luego se filtró por bujía. 200 o 300 cc. (o 400-600, respectivamente) del líquido claro se llevaron a sequedad al baño de maría y se pesó el residuo seco luego de haberlo dejado unas horas a estufa (105°C.). Se atacó la materia orgánica soluble con unas gotas de perhidrol calentando suavemente al baño de maría, y se volvió a pesar el residuo salino.

Se determinó luego el Ca, Mg, K y Na, en marcha analítica, previa insolubilización de la sílice y eliminación de hierro y aluminio por los métodos usuales.

El Ca se precipitó como oxalato, que se tituló por permanganatometría como es corriente. El magnesio se determinó por precipitación en forma de carbonato de amonio y magnesio cristalino, según el método de SCHAFFGOT ⁽²⁾. (TREADWELL).

(1) Dejo constancia de mi agradecimiento al Prof. de Química Agrícola Ing. Agron. E. F. PAULSEN por algunas indicaciones dadas.

(2) Pogg. Ann. 104:482 (1857).

El filtrado del Mg se llevó a sequedad, se eliminaron totalmente las sales amoniacales y se pesaron juntos KCl y NaCl, después de secar a estufa (105°C.) unas horas. Se determinó el potasio y por diferencia el sodio.

El potasio se valoró por precipitación con cobaltinitrito de sodio, según el método usado en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad: Se agrega 0,5 grs., más o menos, de acetato de sodio, a la solución conteniendo el potasio y luego unos 10 cc., aproximadamente, del reactivo. Se deja reposar hasta el día siguiente, se filtra sobre papel secado a estufa, se lava con ácido acético diluido hasta filtrado incoloro, y se seca el precipitado durante 1,5 a 2 horas en estufa a 120-125°C.; se pesa en pesafiltro. El aumento de peso por 0,184 da el K en K₂O.

Como el extracto acuoso no se presentó alcalino a la fenolftaleína, no se valoraron carbonatos solubles.

pH.

Se determinaron los valores del pH actual, electrométicamente. En el suelo de la Facultad se usó electrodo de quinhidrona, en los otros electrodo de hidrógeno.

c) El balance del agua

Con los datos del estudio físico y químico del suelo se hizo el cálculo del agua.

El agua inerte se determinó aplicando la fórmula abreviada de VAGELER y ALTEN citada anteriormente. De acuerdo a ella se calculó el agua de hidratación de los iones, multiplicando la higroscopicidad por el factor p (variable según la presión de succión del vegetal) cuyo valor se obtuvo en el diagrama de estos autores; en cuanto al segundo término, se consideraron los cationes solubles Mg, K y Na, en miliequivalentes por 100 grs. de suelo seco.

Conocido el valor del agua inerte, se obtuvo el agua disponible estáticamente restando del agua posible; ésta se determinó de acuerdo a la fórmula general antes mencionada.

El agua útil o aprovechable se calculó considerando, sea el espesor del horizonte o bien la capa crítica, según los casos. El espesor de capa crítica se determinó por el método antes expuesto, conociendo el módulo de ascensión capilar y considerando 0,2 mm. por hora como velocidad mínima necesaria del agua en el suelo.

El agua total aprovechable de cada perfil se obtuvo sumando los valores de los horizontes aislados.

2. RESULTADOS OBTENIDOS Y COMENTARIOS

Los resultados de la investigación física y química de los suelos estudiados y el cálculo del agua se hallan en los cuadros Nros. 3 al

Nro. 13, con dato de los cuales se han confeccionado los gráficos Nro. 2 al Nro. 12. A continuación se comentan los principales datos.

Composición físico-mecánica y estructura.

El *suelo de la Facultad* es por su composición elemental, netamente arcilloso, con 33% de coloides totales en la primera capa y 54 y 45%, respectivamente, en la segunda y tercera; es decir, presenta un subsuelo netamente compacto. Las otras fracciones mecánicas están constituidas por elementos finos cuyo diámetro no pasa de 0,2 mm., siendo mayor la proporción de arena fina que la de limo.

La materia orgánica se encuentra acumulada casi exclusivamente en el horizonte superior (2,52%) aunque no en elevadas proporciones, es de color negro intenso, lo que indica su buena humificación. Los otros dos horizontes tienen muy poca materia orgánica.

No presenta carbonatos ni sulfatos de calcio, siendo la cantidad de sales solubles muy pequeña. Sin embargo, no puede considerarse como un suelo intensamente lavado, por cuanto su acidez no es elevada, siendo el horizonte superficial sólo algo ácido ($\text{pH} = 6,34$) y los otros dos neutro y alcalino, lo cual debe atribuirse al buen estado de saturación con bases (suelo cálcico).

El análisis mecánico del suelo en su condición natural demuestra ausencia de fracciones mayores de 0,2 mm.; esto indica que los agregados de mayor tamaño que puedan existir, son inestables en agua en las condiciones de la operación.

El contenido de arcilla (coloides totales) es lógicamente menor que en el análisis elemental (7-15%), debido al estado de coagulación en que se encuentra, por la probable abundancia de ión Ca, como puede deducirse de los valores pH y ausencia de sales solubles en cantidad. Como consecuencia, el limo y la arena fina se encuentran en mayor proporción, siendo, como en el caso anterior, el contenido del primero menor que la arena fina.

El *factor de dispersión*, anteriormente mencionado, que da en por ciento el contenido de coloides coagulados en su condición natural, es elevado en los tres horizontes del perfil, lo que debe atribuirse a la coagulación por Ca , siendo que por la falta de sales solubles debe alejarse la posibilidad de coagulación por grandes cantidades de electrolitos.

El factor de dispersión más elevado en el primer y tercer horizonte, puede atribuirse: en el primer caso a la presencia de materia orgánica y en el segundo tal vez al mayor contenido de ión Ca de cambio.

El gran valor práctico de esta determinación del factor de dispersión, es el conocimiento del grado de estabilidad física del suelo y de la facilidad con que el complejo adsorbente puede ser movilizado por la acción del agua y demás factores de la dinámica del suelo.

Con los datos del análisis mecánico elemental y del análisis de los agregados, se han confeccionado en el gráfico Nro. 2 las *curvas de distribución* o frecuencia de las fracciones mecánicas de ambas determinaciones. La parte rayada corresponde a los componentes elementales agrupados constituyendo los agregados (estructura del suelo). Una rápida observación de las curvas correspondientes a los tres horizontes, permite deducir el buen estado de agrupación del suelo, lo que debe atribuirse a la acción de la materia orgánica humificada y presencia de ión Ca.

Los *suelos de Río Negro*, estudiados, tienen composición físico-mecánica elemental análoga. Se trata también de tierras finas como en el caso anterior, pero no arcillosas: son más bien tierras medianas.

El contenido en coloides totales en el perfil de Gral. Roca es de un 20%, mientras que en el de Cipolletti es de un 15%; la arena fina es en ambos de un 50% y el limo de un 25-30%. Ambos suelos tienen una pequeña cantidad de arena gruesa, que no pasa de 5%.

El contenido en materia orgánica, mayor en ambos casos en el horizonte superficial que en los profundos, no es elevada: alrededor de 1% como máximo; ambos suelos carecen del color negro intenso del horizonte superficial del otro perfil estudiado.

Los dos suelos de Río Negro presentan reserva alcalina en forma de CaCO_3 . En el de General Roca el contenido es casi nulo en la superficie, teniendo los otros horizontes cantidades variables (1,5 a 5,5%), distribuidas irregularmente en el perfil. El de Cipolletti tiene cantidades parecidas, casi 1,5% en la superficie y 6% en el subsuelo.

Ambos perfiles presentan, además, CaSO_4 en cantidad de 1,5 a 3%. El contenido en sales solubles es elevado en los dos suelos, contrariamente al perfil de la Facultad; son suelos de riego con salitre.

La proporción de sales es mucho más elevada en el perfil de Cipolletti que en el otro: 7,5% en la superficie y 3,2% en el subsuelo; mientras que en el de Gral. Roca el contenido es de 1,5 a 2,5%, en términos generales, con mayor acumulación en los horizontes superficiales. La composición de las sales se estudia más adelante.

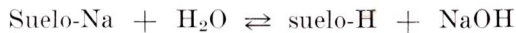
El análisis de los agregados en el suelo de Gral. Roca demuestra la existencia de una buena proporción de arcilla coagulada, lo que da un *factor de dispersión* variable entre 40 y 50%. Contrariamente, el suelo de Cipolletti presenta un factor de dispersión bajo, alrededor de 15%, lo que indica su casi completa desfloculación.

Llama la atención que teniendo el suelo de Cipolletti mayor contenido salino, presente menos arcilla coagulada, siendo que el aumento de la concentración de electrólitos produce mayor coagulación.

Esto puede interpretarse por el estado de saturación del complejo coloidal con Na y su estado de equilibrio con el líquido salino en

su contacto. El suelo de Gral. Roca presenta probablemente poco Na de cambio y, por lo tanto, menor potencial electrocinético en sus coloides, por lo cual es en relación más fácil de coagular. El suelo de Cipolletti por presentar tal vez más Na de cambio, necesita mayor cantidad de electrólitos para ser coagulado y por eso, a pesar del mayor contenido en sales, está desfloculado.

Apoyan esta explicación los valores pH. En el suelo de Gral. Roca el pH oscila entre 7,5 y 8, mientras que en de Cipolletti pasa de 8 llegando hasta 8,59 en el subsuelo. Es sabido que la mayor alcalinidad que puede causar la presencia en abundancia de ión Ca en el complejo coloidal, es de pH 8,3-8,4; por lo tanto, en el presente caso se trata seguramente de alcalinidad sódica, producida por la hidrólisis del complejo conteniendo mucho Na:



y como la cantidad de sales en el agua que rodea el complejo es insuficiente para producir la coagulación, el suelo se presenta desfloculado y con reacción intensamente alcalina.

El comportamiento físico del suelo corroboró este razonamiento, pues el perfil de Cipolletti demostró ser impermeable una vez saturado de agua, especialmente el horizonte más profundo, aún aplicando succión de una atmósfera.

La dependencia del estado de coagulación del suelo, en las zonas de riego, de la cantidad y de la calidad de las sales que rodean el complejo adsorbente, hace resaltar la fundamental importancia que tiene el conocimiento del agua de riego, no sólo en lo que respecta al contenido salino total, sino también la calidad de los cationes.

Muchas veces puede ser necesario asegurar un contenido mínimo de sales en el agua, a fin de que el suelo esté coagulado, evitando así la hidrólisis de los coloides (caso de suelos sódicos); mientras que otras veces será necesario evitar el riego con agua demasiado sódica o con poco calcio, que tiene efectos antagónicos al sodio, para que no se produzca un intercambio de cationes y la transformación de un suelo normal en uno sódico impermeable. Debe conocerse en cada caso el equilibrio necesario entre el suelo con determinada cantidad y calidad de cationes de cambio y el agua cargada con sales, en forma de asegurar la coagulación del suelo e impedir la entrada de sodio en el complejo de adsorción.

La representación gráfica de la *distribución de partículas* puede verse en los gráficos Nro. 3 y Nro. 4. Ambos suelos tienen poca estructura, como puede deducirse de la comparación de estos gráficos con el Nro. 2; a simple vista se nota la menor extensión de la superficie rayada. Por otra parte, la marcha de ambas curvas: la correspondiente al análisis elemental y la de los agregados, es análoga, contrariamente a lo observado en el gráfico Nro. 2.

Capilaridad.

En el *suelo de la Facultad* la ascensión capilar difiere en los tres horizontes (gráfico Nro. 7). El horizonte superficial presenta el máximo de ascensión y el intermedio el mínimo, siendo, además, muy poco intensa.

Las características del movimiento capilar pueden observarse en el módulo q y en el espesor de capa crítica; la capa intermedia presenta el valor q mayor, y el menor espesor de capa crítica, lo contrario ocurre en el horizonte superficial.

Las diferencias que se observan en los horizontes de este suelo deben atribuirse, con seguridad, al contenido coloidal.

El *suelo de Gral. Roca* se caracteriza por la uniformidad de sus propiedades capilares en los diversos horizontes (gráfico Nro. 8). La ascensión capilar es muy intensa, con relación al suelo anterior. Los valores q son análogos en los horizontes inferiores e igualmente el espesor de capa crítica; el horizonte superficial presenta el valor q algo menor como también el espesor de capa crítica, con respecto a los otros.

El *perfil de Cipolletti* tiene valores análogos de máxima ascensión capilar en los dos horizontes, pero el módulo q difiere, siendo más elevado en el subsuelo (gráfico Nro. 7). El espesor de capa crítica tiene valores análogos en ambos horizontes.

La lentitud del movimiento capilar en el segundo horizonte de este suelo, puede ser debido al gran contenido en sodio como catión adsorbido, a que antes se hizo referencia.

Características deducidas de la contracción.

El valor de la *contracción lineal* presenta grandes variaciones al comparar el suelo de la Facultad con los de Río Negro (gráfico N° 6).

El primero presenta gran contracción, especialmente en los horizontes profundos (gran contenido en coloides) en que llega a ser mayor de 10%; en cambio los otros se caracterizan por su escaso valor, siendo de 2,3 a 3,8% en el de Gral. Roca y de 1,5 a 2% en el de Cipolletti.

Los valores del *volumen por ciento de suelo, agua y aire*, ilustran respecto de la distribución de estos componentes en el suelo conteniendo el máximo de agua retenible, siendo que el suelo es amasado con el 80-100% de la capacidad mínima de agua.

En el suelo de la Facultad se observa, con relación a los de Río Negro, predominancia del agua y aire. El factor aire, que tiene especialmente importancia, es de 4,5 a 6% en aquel suelo, y sólo de 0,5-1% en el de Río Negro, con excepción del horizonte superficial de Gral. Roca que es de 2,5%.

Cationes solubles.

De los resultados del estudio químico lo que más interesa es la composición del extracto acuoso (cuadro Nro. 5), especialmente la cantidad relativa de cationes que presenta, por su influencia en el cálculo del agua inerte.

La cantidad de cationes solubles es escasa en el suelo de la Facultad: 1,3 a 2,5 M.E. por 100 g. de suelo seco, siendo más elevada en el perfil de Gral. Roca que presenta 3,5 a 6 M.E. y muy elevada en el de Cipolletti que contiene 23 M.E. en el horizonte superior y 10 M.E. en el inferior.

La calidad de los cationes también es variable, aumentando la proporción de Na en el de Gral. Roca y, especialmente, en el de Cipolletti que presenta el 90% del contenido total.

La elevada cantidad de cationes solubles en el extracto del suelo influye en la cantidad de agua inerte; el gran contenido en sodio actúa, por otra parte, debido a las malas propiedades físicas que comunica al suelo, como antes se mencionó.

Constantes de agua.

En el cuadro Nro. 6 y en el gráfico Nro. 10 se han reunido los diversos valores de las constantes de agua.

La *higroscopicidad* es muy elevada en el suelo de la Facultad, horizontes profundos, debido a su gran contenido en coloides. Los otros suelos presentan valores parecidos, pero no tan elevados.

El contenido en agua higroscópica del suelo seco al aire del laboratorio es, en términos generales, para los diversos perfiles estudiados, algo mayor que la mitad del correspondiente a la máxima retención de la misma (96% saturación), como puede verse en el gráfico Nro. 10.

La *mínima capacidad de agua* está en general correlacionada con el contenido coloidal. En todos los suelos estudiados la capacidad de agua es mucho mayor que el volumen mínimo de poros, debido al elevado poder de imbibición de la arcilla y de la materia orgánica.

Comparando la diferencia entre el valor de la mínima capacidad de agua de los diversos suelos estudiados, con el valor correspondiente del agua posible, puede observarse que es muy elevada en los dos horizontes profundos del suelo de la Facultad. Esto se comprende siendo que el agua posible disminuye en el perfil de acuerdo a un potencial, no pudiendo ser mayor que el volumen mínimo de poros a más de 1,50 m. de profundidad. Por eso, la posibilidad de agua en el perfil del suelo de la Facultad y en el de Gral. Roca es casi igual, a pesar de la elevada capacidad de agua del primero.

El agua utilizable.

En los cuadros Nro. 7 al Nro. 13 inclusive, se encuentran las cifras del cálculo del agua utilizable para valores determinados de la presión de succión del vegetal, de 10 a 40 atm., y en el gráfico Nro. 11 el resumen de los mismos.

Sin entrar a analizar cada cuadro en particular, lo que resulta innecesario una vez expuesto el método general y comentados los datos de la investigación de los suelos, puede sacarse como conclusión, que el perfil de Gral. Roca es el que presenta el balance de agua más favorable.

Efectivamente, a pesar de tener menor posibilidad de agua que el suelo de la Facultad, la cantidad disponible es mayor, lo mismo que la utilizable; esta última, debido a que el agua disponible se aprovecha en su totalidad por ser suficientemente móvil. En el suelo de la Facultad la posibilidad de agua es mayor, pero, en cambio hay menos agua disponible, debido a la elevada proporción de agua inerte, lo que se explica, a pesar de su escasez en sales solubles por ser un suelo muy arcilloso que retiene mucho. La cantidad de agua utilizable en todo el perfil es aún menor que el agua disponible, por ser el espesor del horizonte intermedio mayor que el doble del espesor de capa crítica.

En el suelo de Cipolletti se aprovecha muy poca cantidad de agua. En el horizonte superficial, el elevado contenido en sales hace que toda el agua disponible sea inerte, aún para la máxima presión de succión (40 atm.). En cambio en el subsuelo, con presión osmótica elevada, se aprovecha algo, si bien no toda el agua disponible, debido a la falta de movilidad que presenta, a que antes se aludió.

Con el gráfico Nro. 12, es posible calcular el agua útil de los suelos estudiados para una determinada presión de succión, interpolando en la curva confeccionada con los datos calculados.

IV. LA DINAMICA DEL AGUA EN EL SUELO Y LA TECNICA AGRICOLA

El conocimiento de la dinámica del agua en el suelo y del cálculo del agua útil tienen mucha importancia agronómica; pueden citarse como ejemplo: los riegos, las mejoras y los abonos.

Riegos.

Es especialmente en las zonas de irrigación donde más se aprecia su utilidad. El riego para ser eficaz debe aplicarse sólo cuando la planta lo necesita y en cantidad que asegure la absorción ininterrumpida, de acuerdo al poder de succión del vegetal, según el período del ciclo vegetativo, sin excederse, a fin de asegurar buenas con-

diciones de aereación al establecerse el equilibrio del agua en el suelo, una vez suspendido el riego, y distribuirse en las diversas capas de tierra.

Del agua de irrigación sólo una parte es retenida por el suelo, cuyo valor máximo da su posibilidad de agua; el resto se pierde por evaporación o por infiltración en las capas inferiores. Siendo que parte del agua retenida por el suelo es inerte, interesa para el riego saber el contenido de agua útil disponible.

El conocimiento del agua aprovechable para cada tipo de suelo y en cada zona de riego, es, entonces, la mejor guía para la irrigación racional. Ello permite calcular el turno del riego sobre bases científicas y del punto de vista agronómico, teniendo en cuenta la clase de cultivo y profundidad de las raíces; es decir, el sistema suelo-planta en "equilibrio dinámico" y no el sistema suelo-agua aislado de la planta (repetición del riego al llegar el agua del suelo al punto lento capilar), o bien el sistema suelo-planta, pero adoptando constantes generales para todos los vegetales (coeficiente de marchitez análogo).

La existencia de un poder máximo de retención de agua en el suelo, hace resaltar el inconveniente de la sobre irrigación, pues aparte de no aprovecharse el exceso de agua, se crean condiciones de aereación anormales para las raíces.

KOPECKY⁽¹⁾ (citado por VAGELER) ha establecido para numerosos cultivos, que no existe desarrollo normal con menos de 4c.c. de espacios vacíos por 100 g. de suelo (o 6% en volumen de suelo húmedo) y, por otra parte, BERTRAM⁽²⁾ (citado por JANERT, 1933, pág. 6) comprobó con cebada, la ausencia de desarrollo radicular en un mismo suelo cuyo napa de agua se hizo ascender a diferentes alturas (20, 40, 60 cm., etc.), constatando que es suficiente mantener las raíces en condiciones de anaerobiosis total o parcialmente durante una parte de su ciclo evolutivo, para que los rendimientos se resientan en gran proporción.

El conocimiento del balance del agua, además de ser un procedimiento rápido comparado con las experiencias de irrigación, que duran muchos años, permite juzgar respecto de la economía del riego.

La conveniencia de la aplicación de estos conceptos en nuestras zonas de irrigación, no necesita comentarios, dada la falta casi absoluta de criterio agronómico con que se riega, debido al desconocimiento del factor suelo y la dinámica del agua en los mismos, que conjuntamente con el factor planta deben presidir la economía de los riegos.

(1) KOPECKY. Int. Mitt. Bod. 4:147.

(2) BERTRAND. Der Kulturtechniker. (1931), 34:194.

Mejoras.

La dependencia del agua útil de los cationes de cambio y del contenido salino del suelo, permite establecer la base de las mejoras que se quieran efectuar. Desde el punto de vista de la economía del agua, esas mejoras deben consistir en procedimientos que aumenten el agua estática y dinámica, como también la aereación (espacio libre del volumen de poros) y drenaje, mejoras que deben ser profundas y afectar toda la capa en que se extienden las raíces, pues los primeros diez o veinte centímetros prácticamente se pierden por evaporación.

En el caso de suelos sódicos, muchas ventajas pueden obtenerse con el enyesado, pues se consigue el desplazamiento de un ión hidrófilo, el sodio, por uno hidrófobo, el calcio, además de las mejoras que el calcio trae. VAGELER pudo constatar experimentalmente en Africa este efecto, en el aumento del agua posible (aumento del volumen de poros de las capas inferiores).

Anteriormente se vió, por otra parte, la influencia que tienen los diversos cationes solubles con respecto a la presión de succión de la planta, y como la predominancia de calcio en la solución del suelo permitía mayor absorción de agua con respecto al sodio, a pesar del mismo valor del agua inerte.

Pero el enyesado debe aplicarse en forma que su efecto llegue al espesor de tierra que alcanzan las raíces, sino puede tener como consecuencia, la movilización del sodio de la superficie a un horizonte eluvial, con la consiguiente formación de un subsuelo impermeable, empeorándose las condiciones agrícolas. El drenaje debe, por lo tanto, seguir al enyesado.

VAGELER estudió el efecto de las mejoras químicas sobre la dinámica del agua del suelo, comprobando la influencia que tienen los diversos cationes sobre el módulo de ascensión capilar y aumento consiguiente del espesor de capa crítica. Pero comprobó que la aplicación de las mejoras sobre el complejo de adsorción, debe hacerse teniendo en cuenta la cantidad y calidad de cationes de cambio, pues no puede atribuirse a iones hidrófobos como el Fe y Al un valor absoluto más elevado con respecto a iones análogos (Ca), porque depende del equilibrio real que se produce en el suelo, no debiendo olvidarse, además, el efecto fisiológico de los diversos cationes.

Nutrición vegetal y abonos.

La necesidad en abonos del suelo está en relación con la dinámica del agua. El suelo tiene un determinado poder de liberación de bases que depende del complejo coloidal y de la actividad de los iones H (producidos por la disociación del ácido carbónico excretado por las raíces o que se origina por la actividad microbiana);

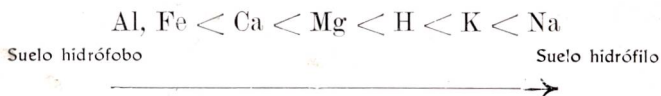
los iones H desplazan las bases de adsorción, que al pasar a la solución del suelo están en condiciones de entrar en el vegetal.

La posibilidad de suministro alimenticio del suelo está condicionada por el contenido de agua, dependiendo el aprovisionamiento de la planta en elementos nutritivos, tanto más directamente de la cantidad de humedad utilizable, cuanto menor sea ésta, por lo cual el agua es un factor limitante del crecimiento (VAGELER, SEKERA).

La escasa movilidad del agua en muchos suelos disminuye su poder de liberación alimenticio, teniendo en cuenta que no se considera la totalidad de la capa de suelo como suministradora de alimentos, sino el doble de la capa crítica (VAGELER).

La aplicación de los abonos también está relacionada con el dinamismo del agua, por la influencia que pueden tener en el aumento del agua inerte, según el grado de hidratación de los cationes.

De acuerdo a la serie liófila de los cationes que interesan en el suelo,



se obtiene en la dirección de la fecha, aumento de la hidratación de los iones absorbidos y mayor disociación del complejo coloidal, y, como consecuencia, aumento del agua inerte con la disminución consiguiente del agua aprovechable.

“El encalado aumenta la cantidad de agua aprovechable, especialmente en los suelos ácidos: un abono rico en cloruro de sodio la limita: las sales de potasa la harán más considerable en los terrenos ricos en sodio, aminorándola en los calizos. La elección premeditada de los abonos a emplear requiere tener en cuenta cuanto se relaciona con el posible grado de aprovechamiento de la humedad del suelo”. (SEKERA).

R E S U M E N

1) · Se analiza el problema del agua del suelo aprovechable por las plantas (agua útil) y se expone el método de VAGELER y ALTEN para su determinación, que consiste en establecer la diferencia entre el agua posible del perfil de suelo y el agua inerte. Esta última es calculable, al considerar el sistema suelo-planta en equilibrio osmótico, por el valor osmótico de la película de agua de hidratación de los cationes adsorbidos por los coloides (agua higroscópica) y valor osmótico de las sales solubles, y por la consideración de la dinámica del agua en el suelo (agua inerte por falta de movilidad).

2) · Se investigan con ese método, tres perfiles de suelos argentinos, hasta un metro de profundidad: el correspondiente de la Fa-

cultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires (análogo al suelo negro de la llanura pampeana), y dos perfiles de la zona de riego del valle del Río Negro, ambos salitrosos; uno de Gral. Roca con 1,7‰ aproximadamente de sales solubles, y otro de Cipolletti con 6‰ aproximadamente. Estos dos suelos han sido tomados al azar, no representando el término medio de la zona.

3) · Se dan los resultados de las siguientes determinaciones efectuadas: análisis mecánico elemental, análisis de los agregados, higroscopicidad, capacidad mínima de agua, ascensión capilar, contracción, volumen mínimo de poros, composición química del extracto acuoso, pH y materia orgánica.

4) · Con los datos hallados se hace el balance del agua. Se calcula el agua posible del perfil y se determina el agua disponible estáticamente restando de la misma, la inerte obtenida a partir de la presión de succión del vegetal. Luego, por la consideración del llamado espesor de capa crítica, se establece el agua dinamicamente aprovechable en el perfil (agua útil).

Dada la gran variación de la presión de succión, aún para una misma planta durante su período vegetativo, y a fin de no hacer cálculos dilatados innecesarios, correspondientes a la presión máxima y a la mínima para cada planta, se determina el agua útil para valores fijos de dicha presión: 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 atm. Con ello se confecciona una curva para cada suelo, en la cual por simple interpolación, es posible conocer el valor del agua aprovechable para una planta con determinada presión de succión.

5) · De los resultados del balance del agua se hacen las siguientes observaciones:

- a) El suelo de Gral. Roca es el que presenta el balance de agua más favorable, pues la cantidad de agua útil es mayor que en los otros dos. Además, toda el agua disponible estáticamente es utilizable, debido a que tiene suficiente movilidad, lo que no ocurre en los otros dos perfiles.
- b) El suelo de la Facultad presenta menos agua útil con respecto al de Gral. Roca, pese a que tiene más agua posible. Ello se debe a su escasa movilidad, causada por el elevado contenido en coloides. Esto demuestra el relativo interés que tiene el conocimiento de la posibilidad de agua del suelo y la real importancia de establecer el agua útil.
- c) El suelo de Cipolletti estudiado se encuentra en las peores condiciones para el aprovechamiento del agua, debido, fuera de duda, al elevado contenido en sales, y, con toda probabilidad, a la presencia de mucho Na como catión adsorbido, que ocasiona una gran lentitud de los movimientos capilares y aumento del agua higroscópica.

Esto puede deducirse, a pesar de no haberse valorado el Na absorbido, por la elevada cantidad de este catión en el extracto acuoso del suelo (90% del contenido total) y por el pH alcalino elevado (mayor de 8,5) superior al máximo que presentan los suelos cálcicos.

En este suelo de Cipolleti, el agua útil es muy escasa y sólo es aprovechable con plantas de gran presión de succión.

6) · Del estudio físico del suelo se hacen, además, otras interesantes observaciones:

- a) El suelo de la Facultad tiene un factor de dispersión elevado, aproximadamente 80%, lo que indica que sus coloides están casi totalmente coagulados.

Los suelos de Río Negro, presentan, por el contrario, factores bajos: 40 a 50% el de Gral. Roca y 15% el de Cipolleti, lo que significa que el primero está en comienzo de desfloculación y el segundo casi totalmente desfloculado, a pesar de tener muchas sales solubles. Esto corrobora la anterior observación de que el suelo de Cipolleti es, probablemente, un suelo sódico.

- b) La comparación de las curvas de distribución de partículas en el análisis mecánico de cada suelo, con dispersión y sin dispersión, permite reconocer la buena estructura del suelo de la Facultad, que presenta gran cantidad de agregados estables en agua.

Los suelos de Río Negro, por el contrario, presentan ambas curvas casi coincidentes, lo que demuestra carencia de estructura. El perfil de Gral. Roca, por lo tanto, tiene poca estructura pese a su regular estado de floculación.

- c) Finalmente, la contracción lineal es elevada en el perfil de la Facultad, especialmente en el subsuelo, consecuencia del contenido alto en coloides y muy baja en los de Río Negro, observándose los mismos bajos valores, en los últimos, con respecto al volumen ocupado por el aire en el suelo saturado de agua.

7) · Se establece la importancia agronómica de las investigaciones realizadas y se considera la necesidad de intensificar y completar las mismas, no sólo para el cálculo del agua útil, sino también para el conocimiento de las condiciones físicas de los suelos en su aprovechamiento agrícola.

S U M M A R Y

- 1) · The problem of the soil-water available for the plants is analyzed and the Vageler-Alten method for its determination is given.
- 2) · Three argentine soil profiles are investigated by this method;

a black soil of the "pampa" plain, and two saline soils of the Rio Negro valley, one of them a Gral. Roca soil with 1,7‰ approx. of water soluble salts, and the other a Cipolleti soil with 6‰ approx. of water soluble salts.

3) Results are given of the following determination made: ultimate mechanical analysis, aggregates analysis, higroscopicity, "minimum water capacity", capillary rise, shrinkage, minimum pore space, chemical composition of the water extract, pH and organic matter.

4) With the results obtained, the available water is calculate according to the suction pressure of the plants. Instead of considering the maximum and the minimum suction pressure of each plant, fixed values of them are used (10, 15, 20, 25, 30, 35, and 40 atm.) because of its great fluctuation during the vegetative cycle.

A curve is given for each soil in which it is possible to know, by interpolation, the available water for a plant with a given suction pressure.

5) The following observations about the available water are made:

- a) The Gral. Roca soil has the greatest amount of available water, and because of its mobility all the water at disposal is available for the plants.
- b) The Buenos Aires soil has more absolute content but less available water than the Gral. Roca soil. That is due to the weak mobility of the water caused by the high colloid content.

This demonstrates that it is better to calculate the available water than to know the absolute content retained by the soil.

- c) The Cipolleti soil has the worst conditions and its available water is small. This is caused by the great salt content. It is supposed also, that it may be due to the presence of Na as exchangeable cation, which lowers the capillary movement and which increases the hygroscopic water.

The probable presence of much exchangeable Na is inferred from the high content of sodium salts in the soil-water extract (90% of the whole) and from the high pH value (>8,5), greater than the maximum value of the calcium soils.

6) Other interesting observations are also made from the physical study of the soil.

- a) The Buenos Aires soil has a dispersion ratio equal 80, which means that nearly all its colloids are coagulated.

The Gral. Roca and Cipolleti soils have, on the other hand, low dispersion ratio: 40-50 and 15 respectively. This signifies that the first is beginning to defloculate and that

the second is in almost complete deflocculation in spite of its high salt content.

This fortifies the former supposition that the Cipolletti soil is perhaps a sodium soil.

- b) The comparison of the curves of particle distribution in the two analysis of each soil, with and without dispersion, permits the study of the soil structure.

The Buenos Aires soil has a great amount of water stable aggregates and consequently possess good structure.

In the Rio Negro soils the two curves are quite analogous and accordingly they are considered structureless soils.

- c) Finally the linear shrinkage is studied. This is high in the Buenos Aires soil, specially in the subsoil with high colloid content.

The Rio Negro soils present low shrinkage values. Also low values are observed with respect to the space occupied by the air in the soil saturate with water.

- 7) The agronomic importance of the investigations realized is pointed out and the necessity of intensifying and completing them is considered, not only for the determination of the available water, but also for the study of the physical conditions of the soils in their agronomical use.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALTEN, F. UND KURMIES, B.

1935 *Die physikalisch-chemischen Gesetzmässigkeiten beim Kationenumtausch im Mineralboden*. Ernäh. der Pflanze 31:401-07.

ARMERO, L. DE

1934 *Untersuchungen an Böden statischer Düngerversuche nach der Methode Vageler-Alten*. Inaug. Diss. Univ. Halle.

BOUYOUCOS, G. J.

1929 *A new, simple and rapid method for determining the moisture equivalent of soils and the rôle of soils colloids on this moisture equivalent*. Soil Sci. 27:233-41.

BOUYOUCOS, G. J.

1935 *A comparison between the suction method and the centrifuge method for determining the moisture equivalent of soils*. Soil Sci. 40:165-71.

BREAZEALE, J. F.

1930 *Maintenance of moisture-equilibrium and nutrition of plants at and below the wilting percentage.* Ariz. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 29.

BREAZEALE, J. F. AND CRIDER, F. J.

1934 *Plant association and survival, and the build-up of moisture in semi-arid soils.* Ariz. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 53.

BRIGGS, L. J. AND SHANTZ, H. L.

1914 *Relative water requirement of plants.* Journ. Agric. Res. 3:1-77.

DEMOLON, A.

1932 *Principes d'Agronomie. I. La dynamique du sol.* Dunod. Paris.

DEMOLON, A.

1934 *Principes d'Agronomie II. Croissance des végétaux.* Dunod. Paris.

DÍAZ Y MUÑOZ, J., Y TAMES ALARCON, C.

1935 *Aplicación del método de Vageler y Alten a la determinación del agua inerte en diferentes suelos para algunas plantas cultivadas.* Bol. Inst. Inv. Agron. 1:67-95. (Madrid).

EMERSON, P.

1930 *Principles of soil technology.* The Mc. Millan Co. New York.

GEDROIZ, K. K.

1933 *Wirkung des Wasserstoffsperoxyds auf den Boden.* Proc. and Pap. Sec. Int. Cong. Soil Sci. 2:41-70 (Leningrado).

JANERT, H.

1933 *Land amelioration in Germany.* Imp. Bur. Soil Sci. Tech. Commun. 27. (Inglaterra).

KEEN, B. A.

1931 *The physical properties of the soil.* Longmans Green and Co. Londres.

KOSTYTSCHEW, S.

1931 *Lehrbuch der Pflanzenphysiologie.* Tomo 2. J. Springer. Berlin.

LEBEDEFF, A. F.

1928 *The movement of ground and soil waters.* Proc. and Pap. First Int. Cong. Soil Sci. 1:459-94. (Washington).

LEBEDEFF, A. F.

1928 *Methods of determining the maximum molecular moisture holding capacity of soils.* Proc. and Pap. First Int. Cong. Soil Sci. 1:551-63.

LEBEDEFF, A. F.

1932 *Relation of water to soil*. Proc. and Pap. Sec. Int. Cong. Soil Sci. 6:65-88. (Leningrado-Moscú).

LEMMERMANN, O.

1934 *Methoden für die Untersuchung des Bodens*. Tomo 2. Verlag Chemie. Berlin.

LUNDEGARDH, H.

1931 *Environment and plant development*. (Trad. 2ª ed. alem.). Edw. Arnold and. Co. Londres.

LYON, L. T. AND BUCKMAN, H. O.

1929 *The nature and properties of soils*. The Mc. Millan Co. New York.

MAGISTAD, O. C. AND BREAZEALE, J. F.

1929 *Plant and soil relations at and below the wilting percentage*. Ariz. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 25.

MAXIMOW, N. A.

1929 *The plant in relation to water*. (Trad. de la ed. rusa). G. Allen and Unwin Ltd. Londres.

ROBINSON, G. W.

1932 *Soils, their origin, constitution and clasification*. T. Murby and Co. Londres.

ROBINSON, G. W. AND RICHARSON, M.

1933 *The dispersion of soils in mechanical analysis*. Imp. Bur. Soil. Tech. Commun. 26. Londres.

RUSSELL, E. J.

1934 *Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas*. (Trad. de la 6ª ed. ingl.). Editorial Poblet. Madrid.

SEKERA, F.

1933 *Ueber die Wasser und Nährstoffversorgung der Pflanze*. Ernäh. der Pflanze 29:61-70.

SOCIEDAD INTERNACIONAL CIENCIA DEL SUELO.

1934 *Physique du sol*. Comptes Rendus de la Conférence de la Première Commission. Versailles, Imprimerie National. Paris.

SOCIEDAD INTERNACIONAL CIENCIA DEL SUELO.

1935 *First Report of the Organic carbon committee*. Trans. Third Int. Cong. Soil Sci. 1:114-27. (Oxford).

SOKOLOVSKY, A. N.

1933 *The problem of soil structure*. Comun. Prim. Comis. Soc. Int. Ciencia del Suelo (sec. soviet.). Moscú. A. 1:34-110.

STEBUTT, A.

1930 *Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde*. G. Borntraeger. Berlin.

TIULIN, A.

1933 *Certain considerations of the genesis of soil structure and on methods for its determination*. Comun. Prim. Comis. Soc. Int. Ciencia del Suelo. (sec. soviet.). Moscú. A. 1:110-32.

TREADWELL, F. P.

1926 *Tratado de Química Analítica*. (2ª ed.), tomo 2. M. Marín. Barcelona.

VAGELER, P.

1932 *Der. Kationen und Wasserhaushalt des Mineralbodens*. J. Springer. Berlin.

VAGELER, P. UND ALTEN, F.

1931 *Böden des Nil und Gash*. I-VIII. Zeitsch. Pflanz. Düng. u. Bodenk. 21(1|2):47-57; 21(6):323-46; 22(1|2):21-51; 22(3|4):191-267; 23(3|4):149-207; 23(3|4):207-339; 24(1|2):50-92; 24(3|4):179-242.

VAGELER, P. UND ALTEN, F.

1933 *Die Bodenuntersuchung und Bodenbeurteilung nach physikalisch-chemischen Gesichtspunkten*. Ernäh. der Pflanze. 29: 121-32.

WEAVER, J. E.

1926 *Root development of field crops*. Mc. Graw-Hill Book Co. New York.

WIDTSOE, J. A.

1926 *The principles of irrigation practice*. The Mc. Millan Co. New York.



CUADRO No. 2

PRESION DE SUCCION DE ALGUNAS PLANTAS CULTIVADAS

Planta	Presión de succión en at.	Autor
Gramíneas	6,7-17,7	PAMMER F. (Fortschr. Landwirtsch. 1928, pág. 441).
Centeno de invierno	9,58-14,3	EIBL A. (Fortschr. Landwirtsch. 1927, pág. 667).
Trigo „ „	6,7-11,1	EIBL A. (idem)
Centeno de verano	8,13	„ „
Trigo „ „	5,3-8,13	„ „
Cebada „ „	6,7-15,99	„ „
Avena „ „	6,7-8,13 a	„ „ Además: FOSCHUM B. (Forts. Landw. 1928, pág. 1014).
	25,5	
Espelta	5,1-11,1	EIBL A. (idem)
Maíz	16-27	FOSCHUM B. (idem)
Tréboles	12,7-16	PAMMER (idem)
Alfalfa	27-29,5	„ „
Lupulina	8,13	„ „
Legumbres	17,8-23,8	OPPENHEIMER H. (Forts. Landw. 1927, pág. 215).
Remolacha azucarera	12,7-16	HAFEKOST G. (Forst. Landw. 1930 pág. 175).
Zanahoria	7	OPPENHEIMER H. (idem)
Remolacha	8,4	„ „
Lino	16,7	„ „
Cáñamo	16	„ „
Cucurbitáceas	12,4-14,8	„ „
Cebollas	15,9-17,1	„ „
Girasol	14,3	„ „
Amapola	8,1-11,7	„ „
Algodón Egipcio	13,3-15,3 a 35	TASCHDIAN E. (Forts. Landw. 1930, pág. 175).
		VAGELER y ALTEN (Böden des Nil und Gash)
Algodón americano	5,1-15,6	TASCHDIAN (idem)
Tabaco	4,75-11,1	„ „
Tomate	5,5	OPPENHEIMER (idem)
Citrus nobilis	40,5-58	VAGELER y ALTEN (idem)
Citrus medica	26-47	„ „ „
Trifolium alexandrinum L.	15-20,5	„ „ „
Maíz egipcio	17-28	„ „ „
Trigo egipcio	13-28	„ „ „
Trigo	21,5-32	KANOPA, 1931 (citado por Demolon).
Centeno	27,5-34	KANOPA (idem)
Tabaco	9,6-12,4	MIHAILOVICI, 1931 (citado por Demolon)
Beta bulgaris	hasta 21,8	DIXON y ATKINS (1912. Proc. Roy. Dublin Soc. 13:229).
Tepinambur	12,76-18,67	DIXON y ATKINS (idem)

CUADRO N° 3

ESTUDIO FISICO DE LOS SUELOS INVESTIGADOS. 1ª PARTE (composición físico-mecánica y estructura)

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Composición físico-mecánica de 100 gramos de tierra seca a 105-110°C															Factor de dispersión (% de coloides coagulados en su estado natural)	pH
	Con dispersión (composición elemental)										Sin dispersión (agregados)						
	Arena gruesa (2 a 0,2 mm)	Arena fina (0,2 a 0,02 mm)	Limo (0,02 a 0,002 mm.)	Arcilla ($< 0,002$ mm)	R_2O_3 (solubilizados por el H_2O)	$CaCO_3$	$CaSO_4$	Sales solubles	Materia orgánica	(Arcilla + R_2O_3 + Coloides totales + materia orgánica)	Arena gruesa (2 a 0,2 mm)	Arena fina (0,2 a 0,02 mm)	Limo (0,02 a 0,002 mm)	Arcilla ($< 0,002$ mm)	b		
Facultad De 0 a 0,30 m. profundidad De 0,30 a 0,70 m. " De 0,70 a 1,00 m. "	0	36,78	29,99	29,71	0,95	0	0	0,05	2,52	33,18	0	53,25	39,67	7,08	78,66	6,34	
	0	27,73	18,57	52,32	0,74	0	0	0,04	0,60	53,66	0	53,27	30,34	16,39	69,45	7,00	
	0	31,36	23,21	44,38	0,64	0	0	0,04	0,37	45,39	0	63,05	27,23	9,72	78,58	7,20	
	Gral. Roca De 0 a 0,20 m. profundidad De 0,20 a 0,40 m. " De 0,40 a 0,60 m. " De 0,60 a 1,00 m. "	3,50	54,39	20,73	19,26	0,27	0,31	0,14	0,23	1,17	20,70	7,01	58,92	23,17	10,90	47,34	7,55
4,13		48,33	23,03	19,22	0,22	4,18	0,14	0,19	0,56	20,00	4,38	57,01	25,88	12,73	36,35	7,97	
3,34		46,57	27,10	16,55	0,40	5,52	0,11	0,12	0,29	17,24	3,71	59,50	28,21	8,58	50,23	8,03	
3,92		51,63	25,13	17,42	0,06	1,35	0,13	0,16	0,20	17,68	4,99	54,69	30,28	10,04	43,21	7,86	
Cipolletti De 0 a 0,40 m. profundidad De 0,40 a 1,00 m. "	4,89	45,08	31,81	13,04	2,02	1,34	0,29	0,75	0,78	15,84	4,89	49,81	32,12	13,18	16,79	8,13	
	2,32	49,03	27,70	12,89	1,31	6,09	0,19	0,32	0,15	14,35	3,12	56,13	28,52	12,23	14,74	8,59	

CUADRO N° 4

ESTUDIO FISICO DE LOS SUELOS INVESTIGADOS. 2ª PARTE. (Capilaridad; relaciones tierra, agua-aire)

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Ascensión capilar en mm.					Características deducidas de la contracción en %						
	Primera lectura		Segunda lectura		ascensión máxima	1000 . q	espesor de capa crítica	Contracción lineal	Volumen ocupado por el suelo	Volumen ocupado por el agua	Volumen ocupado por el aire	Volumen mínimo de poros
	5 horas	20 horas	25 horas	100 horas								
Facultad												
De 0 a 0,30 m. profundidad	125		236		395	24	368	4,72	52	43,5	4,5	26,2
De 0,30 a 0,70 m. "	42		92		131	80	114	10,94	46	48	6	21,3
De 0,70 a 1,00 m. "	83		192		286	43	257	10,53	48	47	5	19,4
Gral. Roca												
De 0 a 0,20 m. profundidad		178		345	450	68	358	3,78	56,5	41	2,5	22,5
De 0,20 a 0,40 m. "		165		365	524	83	451	2,63	58	41	1	23,3
De 0,40 a 0,60 m. "		178		380	532	75	467	2,29	59,5	39,5	1	22,3
De 0,60 a 1,00 m. "		167		387	578	85	503	2,30	60,5	39	0,5	23,6
Cipolletti												
De 0 a 0,40 m. profundidad	57		118		161	57	144	2,10	61	38,5	0,5	20,8
De 0,40 a 1,00 m. "	29		85		164	142	163	1,57	62,5	37	0,5	20,7

CUADRO N° 5

ESTUDIO QUIMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DE LOS SUELOS INVESTIGADOS

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Principales cationes solubles													
	Residuo seco total a 105° - 110° %	Materia orgánica soluble (atacable con H ₂ O ₂) %	Residuo seco salino a 105° - 110° %	en M. E. % de tierra seca					en % del total					
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Suma de cationes	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		
Facultad			%											
De 0 a 0,30 m. profundidad	0,082	0,036	0,046	0,70	0,32	0,15	1,39	2,56	27,34	12,50	5,86	54,30		
De 0,30 a 0,70 m. "	0,051	0,008	0,043	0,20	0,08	0,22	0,79	1,29	15,50	6,20	17,05	61,25		
De 0,70 a 1,00 m. "	0,044	0,003	0,041	0,16	0,14	0,25	0,72	1,27	12,60	11,02	19,69	56,69		
Gral. Roca														
De 0 a 0,20 m. profundidad	0,368	0,136	0,232	1,85	0,53	0,21	2,70	5,29	34,97	10,02	3,97	51,04		
De 0,20 a 0,40 m. "	0,223	0,028	0,195	0,71	0,29	0,08	2,44	3,52	20,17	8,24	2,27	30,68		
De 0,40 a 0,60 m. "	0,143	0,023	0,129		0,26	0,19	5,09	6,10	9,18	4,26	3,11	83,45		
De 0,60 a 1,00 m. "	0,184	0,024	0,160	0,56										
Cipolletti														
De 0 a 0,40 m. profundidad	0,796	0,048	0,748	1,72	0,58	0,21	20,70	23,21	7,41	2,50	0,90	89,19		
De 0,40 a 1,00 m. "	0,367	0,051	0,316	0,48	0,46	0,12	9,32	10,38	4,62	4,43	1,16	89,89		

CUADRO No. 6
CONSTANTES DE AGUA DE LOS SUELOS ESTUDIADOS.

PERFILES DE	Humedad del suelo seco al aire	Agua higroscó- pica	Capacidad míni- ma para el agua	Agua posible	
				en % de tierra seca	en m ³ por hec- tárea y cm. de horizonte
SUELOS ESTUDIADOS	en % de tierra seca	en % de tierra seca	en % de tierra seca	A	Ap
Facultad					
De 0 a 0,30 m de profundidad	3,95	6,50	27,90	27,60	42,0
De 0,30 a 0,70 m	8,23	13,09	39,97	28,85	43,2
De 0,70 a 1 m	7,53	11,72	37,81	22,90	37,6
<i>Para todo el perfil</i>					4114
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad	2,38	5,47	28,62	27,82	42,3
De 0,20 a 0,60 m	3,30	5,62	28,50	25,88	40,5
De 0,60 a 1 m	3,52	5,60	27,72	24,51	39,2
<i>Para todo el perfil</i>					4034
Cipolletti					
De 0 a 0,40 m de profundidad	4,38	7,02	23,18	22,61	37,3
De 0,40 a 1 m	3,73	5,60	21,80	21,01	35,61
<i>Para todo el perfil</i>					3629

CUADRO No. 7

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 10 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte en % de tierra seca (p=2,3) B	Agua disponible			Agua útil en m ³ por Ha. para todo el horizonte D
		en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. para todo el horizonte	
Facultad					
De 0 a 0,30 m. de profundidad	21,20	6,40	9,74	292	292
De 0,30 a 0,70 m "	—	—	—	—	—
De 0,70 a 1 m "	—	—	—	—	—
<i>Para todo el perfil</i>				292	292
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad	24,14	3,68	5,23	105	105
De 0,20 a 0,60 m "	22,37	3,51	5,49	220	220
De 0,60 a 1 m "	—	—	—	—	—
<i>Para todo el perfil</i>				325	325

CUADRO No. 8

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 15 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte		Agua disponible		Agua útil en m ³ por Ha. para todo el horizonte D
	en % de tierra seca (p = 1,8) B	en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. para todo el horizonte	
Facultad					
	De 0 a 0,30 m de profundidad	15,86	17,74	536	536
	De 0,30 a 0,70 m	26,00	2,85	171	97
	De 0,70 a 1 m	—	—	—	—
<i>Para todo el perfil</i>					
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad					
	De 0 a 0,20 m de profundidad	17,54	10,28	313	313
	De 0,20 a 0,60 m	16,40	9,48	593	593
	De 0,60 a 1 m	22,51	2,00	128	128
<i>Para todo el perfil</i>					
				1034	1034

CUADRO No. 9

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 20 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte		Agua disponible			Agua útil	
	en % de tierra seca (p = 1,6) B	en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. para todo el horizonte		en m ³ por Ha. para todo el horizonte D	
Facultad							
De 0 a 0,30 m de profundidad	13,52	14,08	21,78	653		653	
De 0,30 a 0,70 m "	22,77	6,08	9,10	364		208	
De 0,70 a 1 m "	20,61	2,29	3,76	83		83	
<i>Para todo el perfil</i>				1100		944	
Gral. Roca							
De 0 a 0,20 m de profundidad	14,53	13,29	20,20	404		404	
De 0,20 a 0,60 m "	13,71	12,17	19,04	762		762	
De 0,60 a 1 m "	18,26	6,25	10,00	400		400	
<i>Para todo el perfil</i>				1566		1566	

CUADRO No. 10

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 25 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte		Agua disponible			Agua útil
	en % de tierra seca (p = 1,4)	B	en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. pa- ra todo el hori- zonte	
Facultad						
	De 0 a 0,30 m de profundidad	11,60	16,00	24,35	731	731
	De 0,30 a 0,70 m	19,79	9,06	14,37	575	328
	De 0,70 a 1 m	17,90	5,00	8,21	246	246
	<i>Para todo el perfil</i>				1552	1305
Gral. Roca						
	De 0 a 0,20 m de profundidad	12,28	15,54	23,63	473	473
	De 0,20 a 0,60 m	11,64	14,24	22,28	891	891
	De 0,60 a 1 m	15,29	9,22	14,75	590	590
	<i>Para todo el perfil</i>				1954	1954

CUADRO No. 11

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 30 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte en % de tierra seca (p = 1,3) B	Agua disponible			Agua útil en m ³ por Ha. para todo el horizonte D
		en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. pa- ra todo el hori- zonte	
Facultad					
De 0 a 0,30 m de profundidad	10,53	17,07	25,98	779	779
De 0,30 a 0,70 m	18,23	10,62	15,90	636	363
De 0,70 a 1 m	16,48	6,42	10,54	316	316
<i>Para todo el perfil</i>				1731	1458
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad	10,96	16,86	25,63	513	513
De 0,20 a 0,60 m	10,45	15,43	24,15	966	966
De 0,60 a 1 m	13,49	11,02	17,62	705	705
<i>Para todo el perfil</i>				2184	2184
Cipolletti					
De 0 a 0,40 m de profundidad	—	—	—	—	—
De 0,40 a 1 m	17,66	3,35	5,68	341	185
<i>Para todo el perfil</i>				341	185

CUADRO No. 12

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL de 35 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte en % de tierra seca (p = 1,2) B	Agua disponible			Agua útil en m ³ por Ha. para todo el horizonte D
		en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. para todo el horizonte	
Facultad					
De 0 a 0,30 m de profundidad	8,93	18,97	28,86	866	866
De 0,30 a 0,70 m	16,75	12,10	18,12	725	413
De 0,70 a 1 m	15,13	7,77	12,76	383	383
<i>Para todo el perfil</i>				1974	1662
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad	9,82	18,00	27,95	559	559
De 0,20 a 0,60 m	9,44	16,44	25,73	1029	1029
De 0,60 a 1 m	12,04	12,47	19,94	798	798
<i>Para todo el perfil</i>				2386	2386
Cipolletti					
De 0 a 0,40 m de profundidad	—	—	—	—	—
De 0,40 a 1 m	16,22	4,79	8,31	499	271
<i>Para todo el perfil</i>				499	271

CUADRO No. 13

BALANCE DEL AGUA PARA UNA PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL DE 40 ATM.

PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS	Agua inerte en % de tierra seca (p = 1,1) B	Agua disponible			Agua útil en m ³ por Ha. para tcto el horizonte D
		en % de tierra seca E	en m ³ por Ha. y cm. de horizonte Ac	en m ³ por Ha. para tcto el horizonte	
Facultad					
De 0 a 0,30 m de profundidad	8,71	18,89	28,75	862	862
De 0,30 a 0,70 m	15,32	13,53	20,26	810	567
De 0,70 a 1 m	13,82	9,08	14,91	447	447
<i>Para todo el perfil</i>				2119	1876
Gral. Roca					
De 0 a 0,20 m de profundidad	8,91	18,91	28,75	575	575
De 0,20 a 0,60 m	8,54	17,34	27,13	1085	1085
De 0,60 a 1 m	10,82	13,69	21,89	876	875
<i>Para todo el perfil</i>				2556	2556
Cipolleti					
De 0 a 0,40 m de profundidad	—	—	—	—	—
De 0,40 a 1 m	14,49	6,52	11,05	663	360
<i>Para todo el perfil</i>				663	360

RESUMEN DEL METODO DE VAGELER Y

A Posibilidad del suelo para contener agua a disposición de las plantas, por 100 gramos de tierra desecada.	Desarrollo alcanzado por el sistema radicular Capacidad mínima de agua. Volumen % de aire. Volumen % de agua. Volumen % de tierra. Contracción lineal. Presión ejercida por las capas superiores. Volumen mínimo de poros. →	A_p Posibilidad para cada capa en m^3 por Ha. y cm.
B Agua inerte por 100 gramos de tierra desecada.	1. Presión de succión de las raíces de las plantas. 2. Higroscopicidad determinada por la... 3. Presión osmótica de la solución del suelo producida por las sales en solución (Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^+, CO_3^{--}, Cl^-, etc. Naturaleza y cuantía de los cationes de cambio H^+ Na^+ K^+ Mg^{++} Ca^{++} Al^{+++} Adsorción del vapor de agua sobre H_2SO_4 al 10% en el vacío (Mitscherlich).	Agua estática disponible por 100 gramos de tierra desecada $E = A - B$ Dinámica del agua...

ALLEN DE ESTUDIO DEL AGUA EN EL SUELO

$$\Lambda_p = \frac{100 \Delta}{38 + \Delta}$$

Este valor, multiplicado por el espesor de la capa, da la posibilidad de ésta.

La suma de las posibilidades de todas las capas da la total del perfil.

Agua estática disponible en m³ por Ha. y cm.:

$$\Lambda_c = \frac{E \times \Lambda_p}{A}$$

Este valor, multiplicado por el espesor e de la capa, da la disponibilidad estática de ésta.

La suma de las disponibilidades de las diferentes capas da la total del perfil.

Espesor de la capa de tierra considerada.

D

Agua dinámica disponible en todo el perfil.

$$e > 2e_c$$

$$D = 2 \times e_c \times \Lambda_c \text{ en m}^3 \text{ por Ha. y capa de espesor } e.$$

$$e < 2e_c$$

$$D = e \times \Lambda_c \text{ en m}^3 \text{ por Ha. y capa de espesor } e.$$

Ascensión capilar y aplicación de la hipótesis de Valkó - Pauli

Ascensión capilar máxima. Módulo de ascensión. Espesor de capa crítica e_c (altura capilar, a partir de la cual la velocidad de ascensión es inferior a 0,2 mm. por hora).

La suma de las disponibilidades de las diferentes capas da la total del perfil.

GRAFICO No. 1

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA RELACION ENTRE LA
CONSTITUCION COLOIDAL DEL SUELO Y LA PELICULA
DE AGUA (según Sekera)

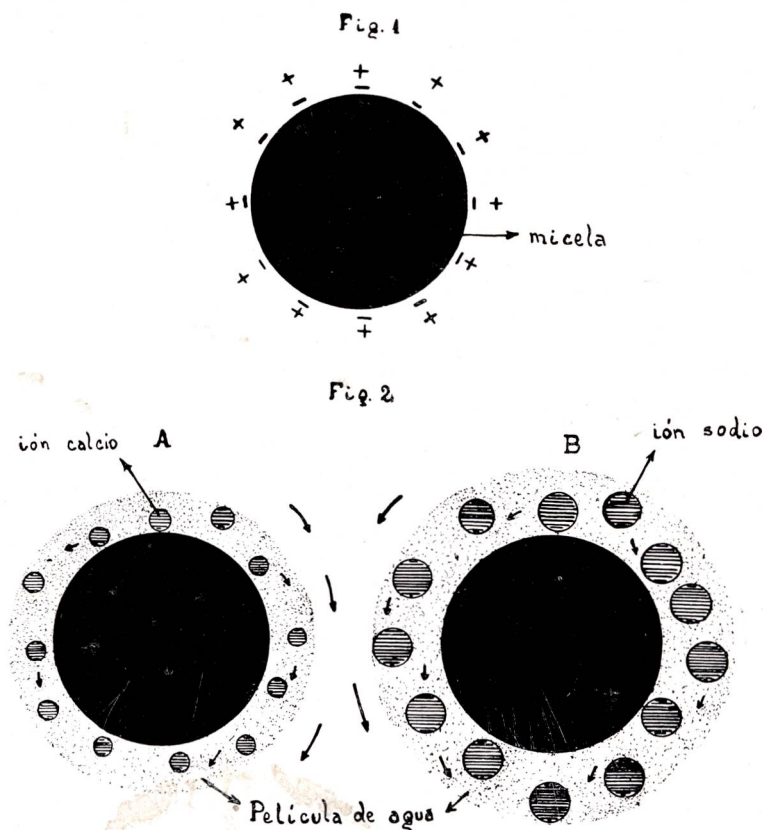


FIGURA 1. — Esquema de WIEGNER mostrando la constitución de los coloides del suelo. La partícula cargada negativamente está rodeada de un enjambre de iones de cambio cargados positivamente.

FIGURA 2. — Esquema que muestra la película de agua que por hidratación de los iones del enjambre, se forma alrededor de la partícula coloidal.

A) Caso de un ión hidrófobo :Ca.

B) Caso de un ión hidrófilo :Na.

GRAFICO No. 2
CURVAS DE DISTRIBUCION DE PARTICULAS DEL SUELO DE LA
FACULTAD MOSTRANDO EL ESTADO NATURAL DE AGRUMACION

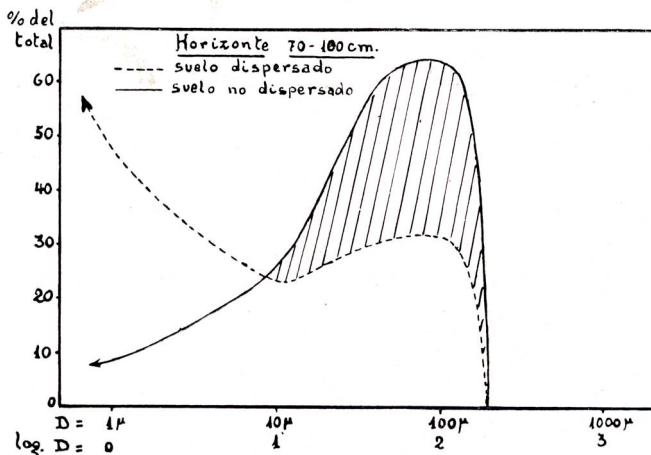
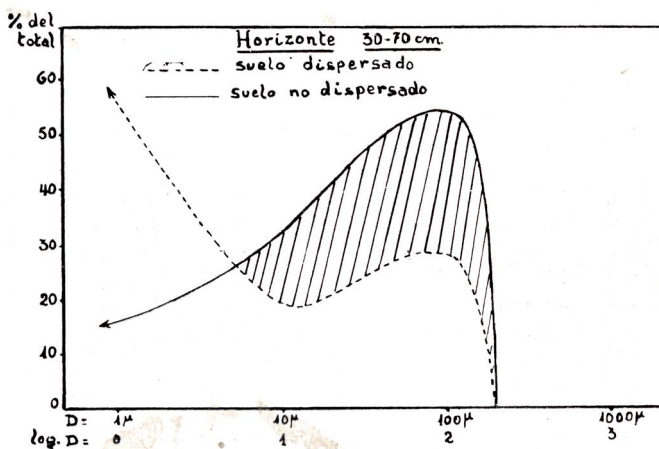
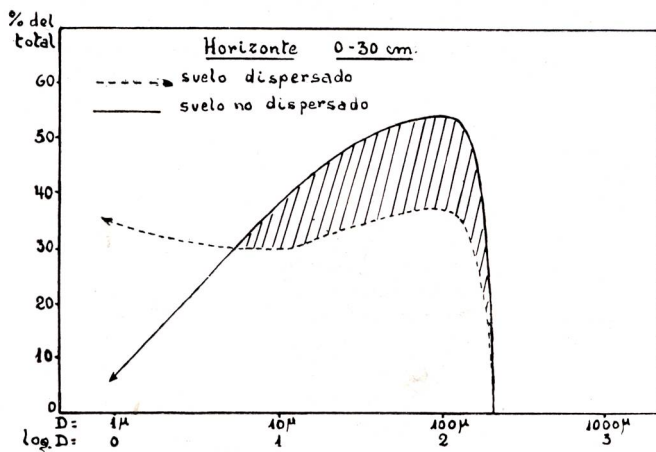
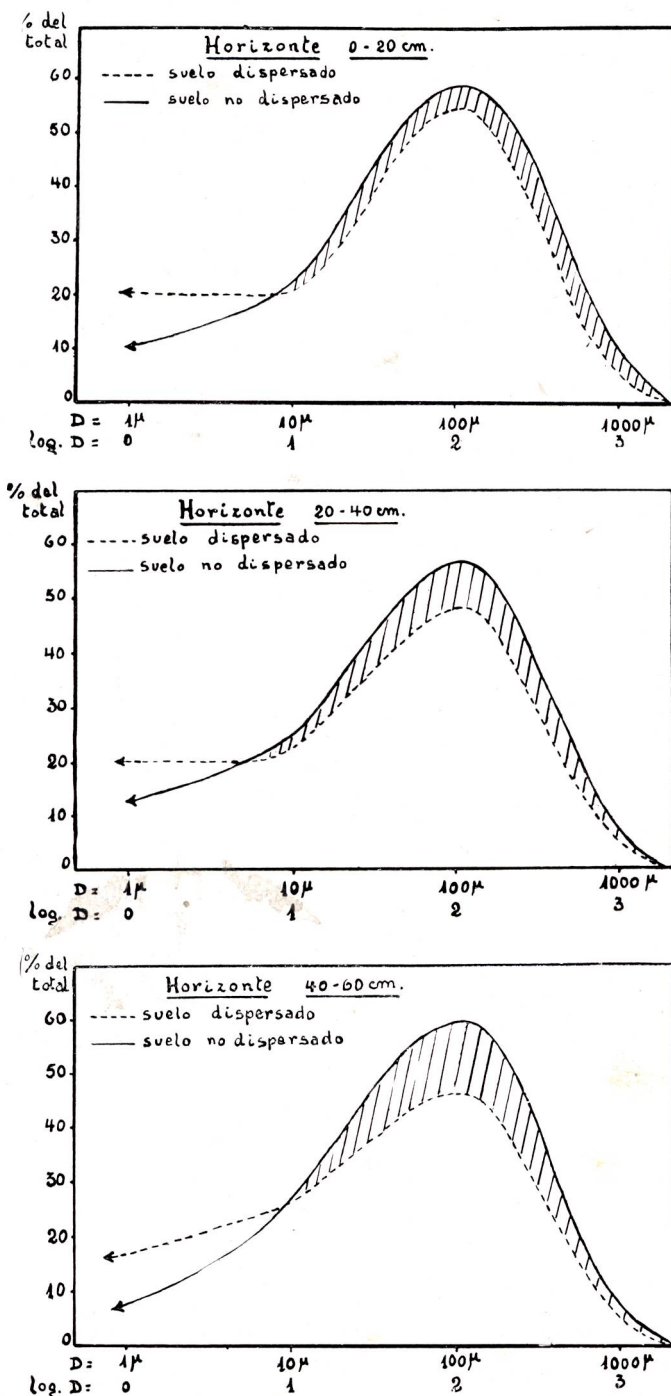


GRAFICO No. 3

CURVAS DE DISTRIBUCION DE PARTICULAS DEL SUELO DE GRAL. ROCA MOSTRANDO EL ESTADO NATURAL DE AGRUMACION



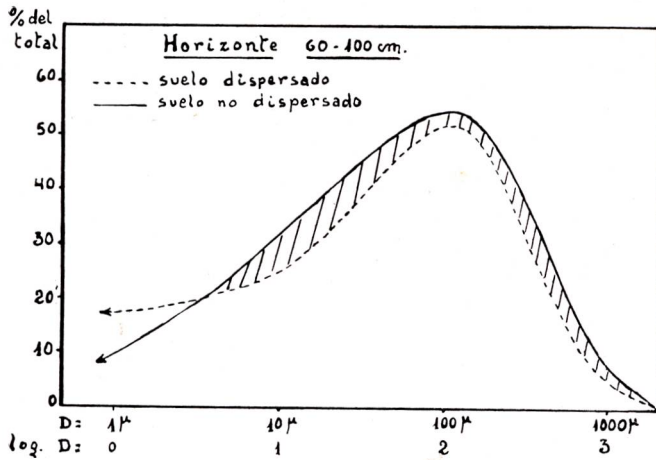


GRAFICO No. 4
CURVAS DE DISTRIBUCION DE PARTICULAS DEL SUELO DE
CIPOLLETTI MOSTRANDO EL ESTADO NATURAL DE AGREGACION

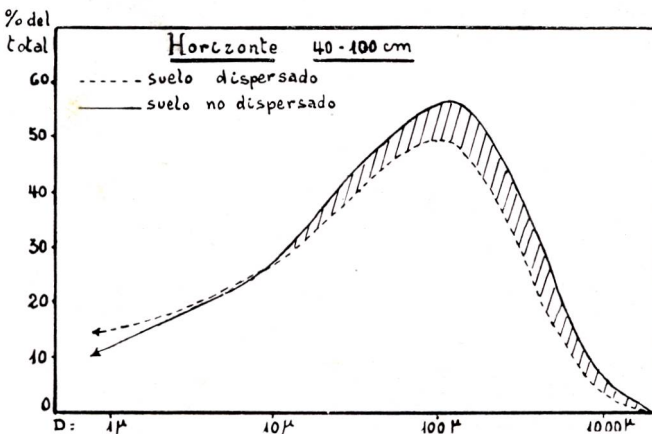
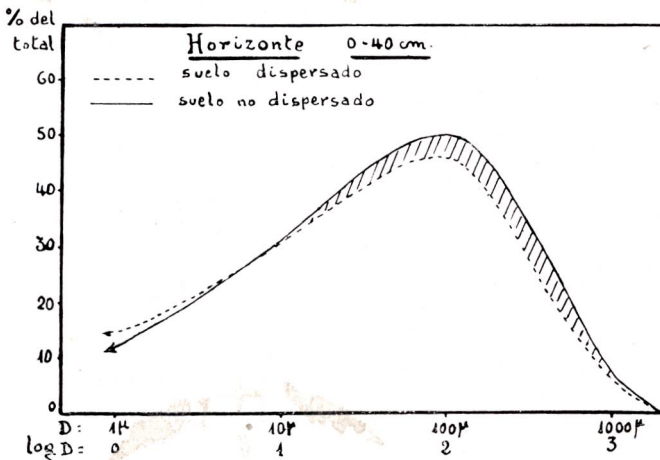


GRAFICO No. 5
ESTADO DE DISPERSION DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

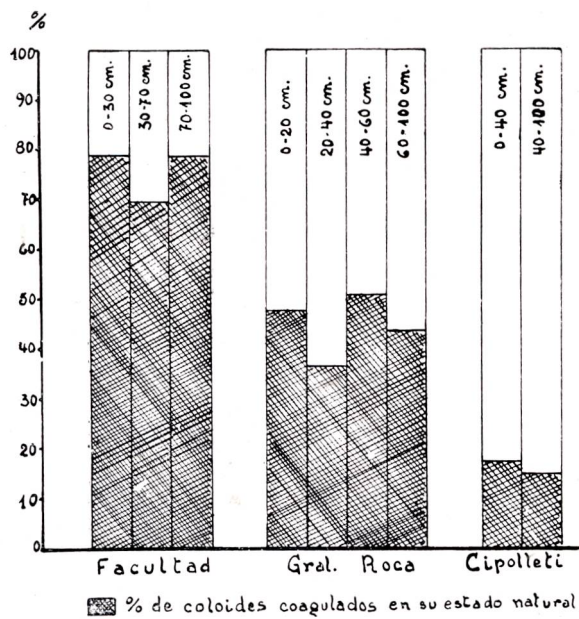


GRAFICO No. 6
CONTRACCION LINEAL DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

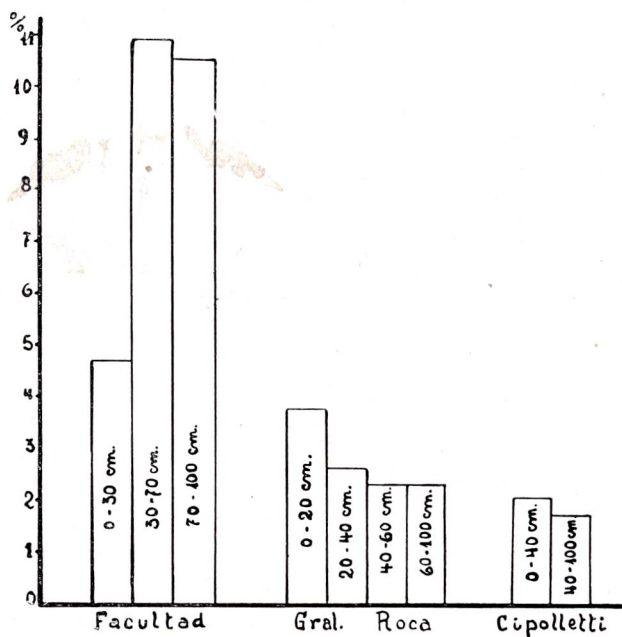


GRAFICO No. 7
HIPERBOLAS DE ASCENSION CAPILAR. SUELOS FACULTAD
Y CIPOLLETI

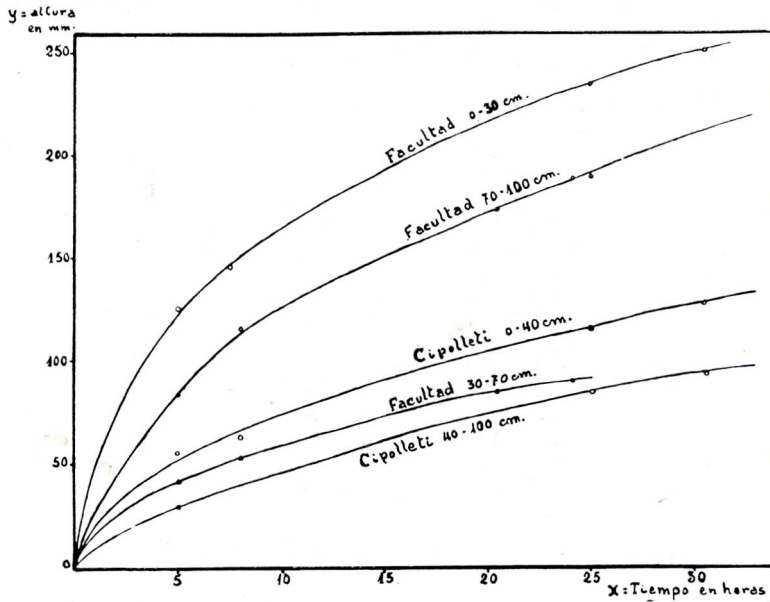


GRAFICO No. 8
HIPERBOLAS DE ASCENSION CAPILAR. SUELO GRAL. ROCA

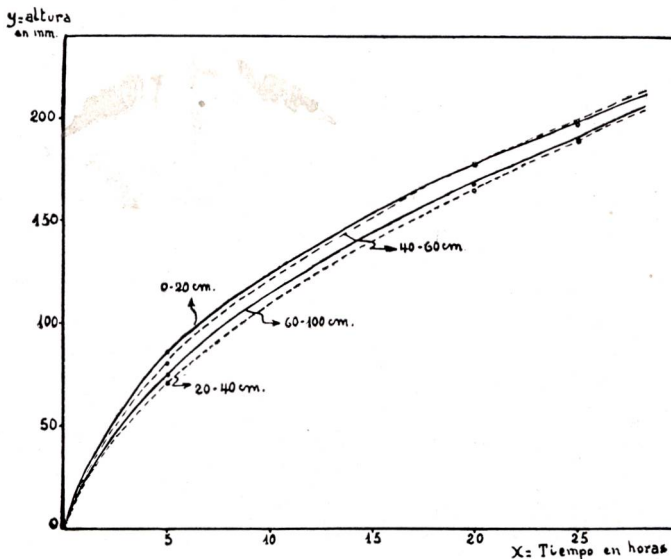


GRAFICO No. 9
RECIPROCAS DE LAS HIPERBOLAS DE ASCENSION CAPILAR

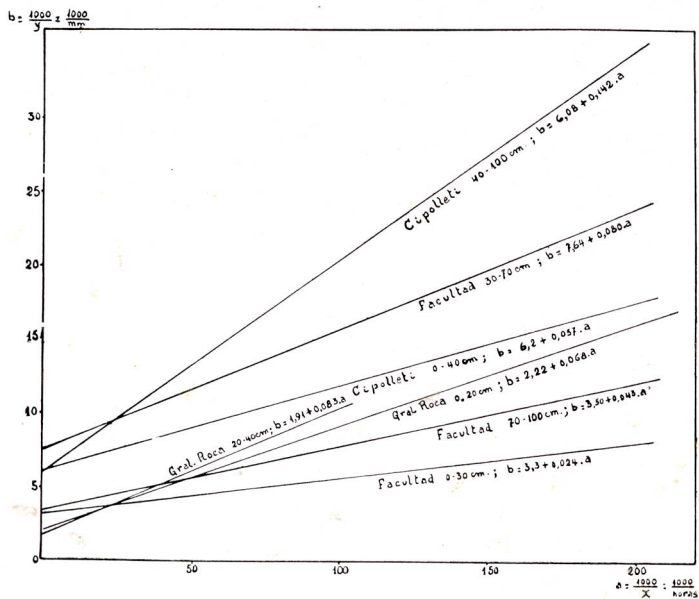


GRAFICO No. 10
CONSTANTES DE AGUA DE LOS PERFILES DE SUELOS ESTUDIADOS

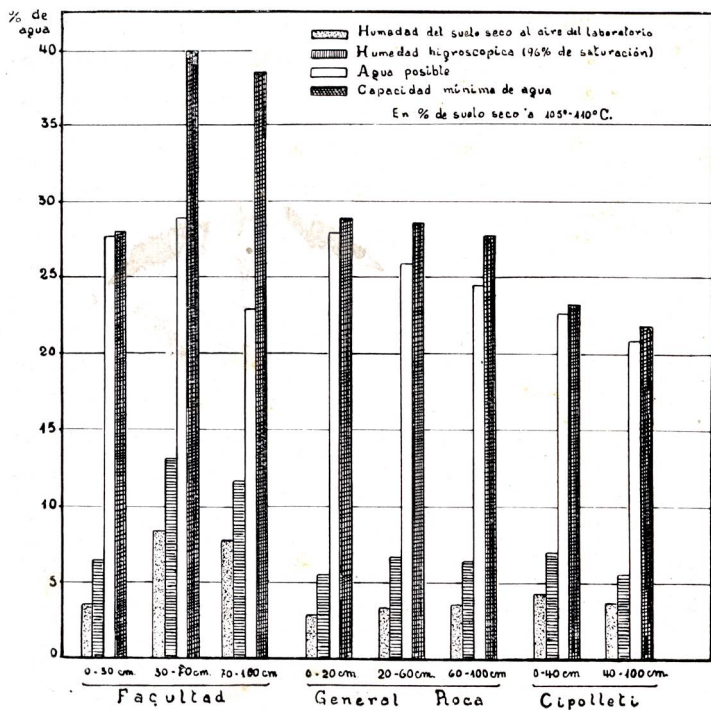
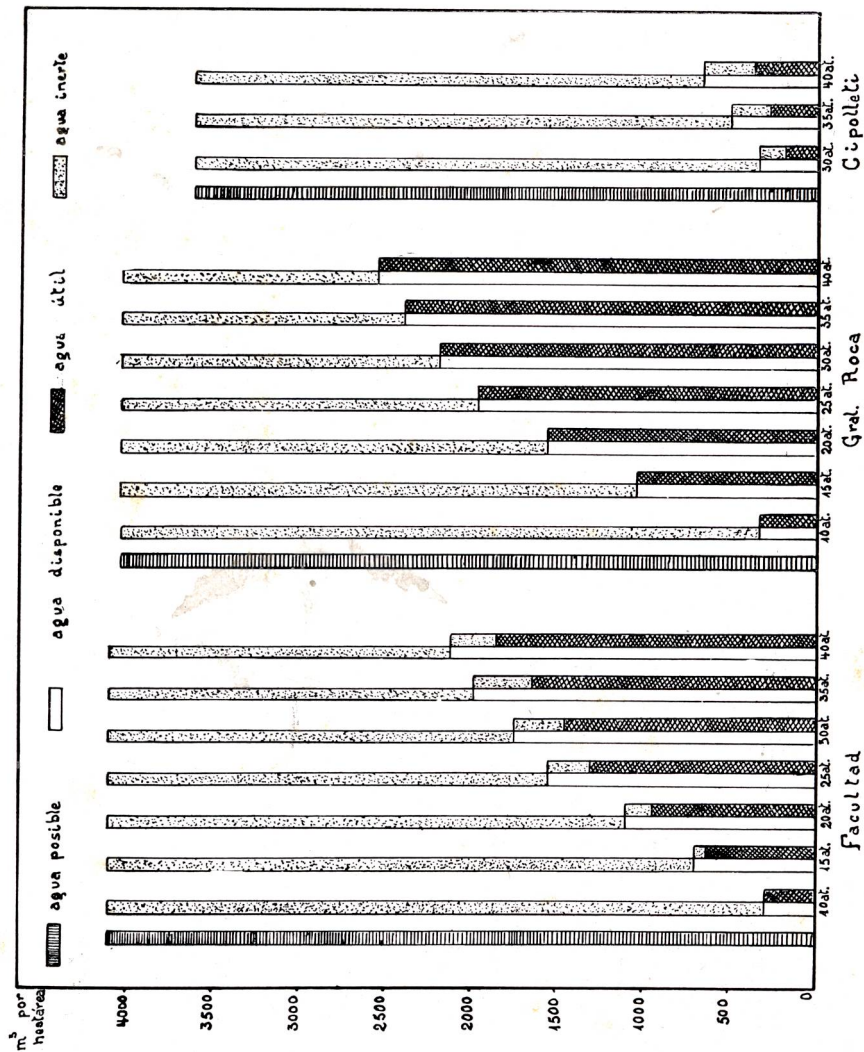


GRAFICO No. 11

VARIACION DEL AGUA DISPONIBLE,
AGUA INERTE Y AGUA UTIL CON LA
PRESION DE SUCCION DEL VEGETAL,
EN LOS PERFILES DE SUELOS
INVESTIGADOS



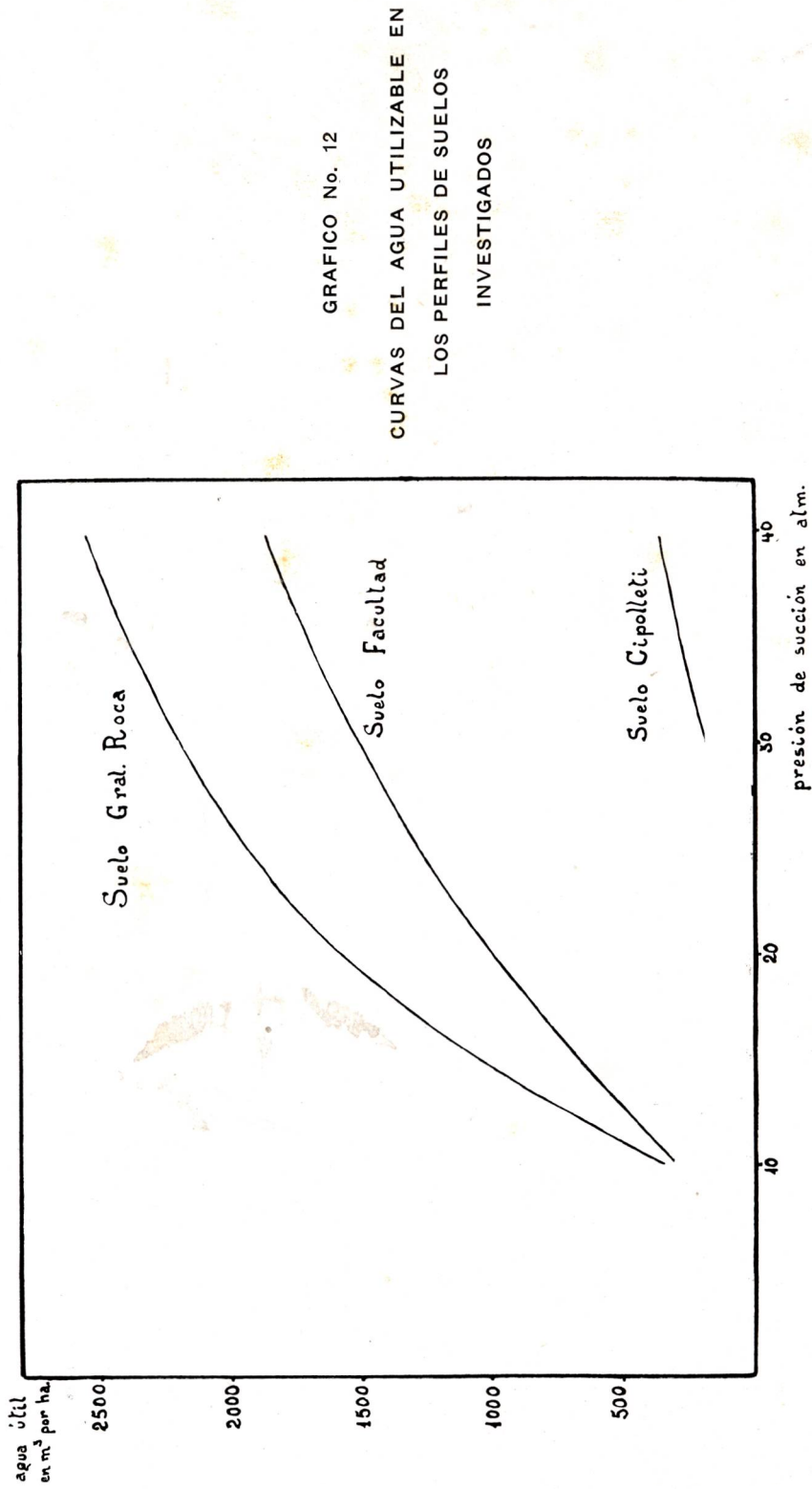


GRAFICO No. 12

CURVAS DEL AGUA UTILIZABLE EN
LOS PERFILES DE SUELOS
INVESTIGADOS

FLORENTINO AMEGHINO (1)
(En el XXV aniversario de su muerte)

por el Dr. Angel Cabrera

Hace pocos días se ha cumplido un cuarto de siglo del fallecimiento del prócer de la ciencia argentina que fué don Florentino Ameghino. Los actos con que la fecha ha sido solemnizada por las autoridades de la Provincia de Buenos Aires, así como por numerosos centros culturales y escuelas de todo el país, han constituido justo tributo a la memoria del sabio insigne, modelo de perseverancia en el estudio y de laboriosidad en la investigación, de modestia en la vida privada y de probidad en la actuación pública.

La historia sencilla y a la vez ejemplar del famoso paleontólogo no es solo una lección de estas y otras virtudes; en ella encontramos también una prueba de como, a veces, cualquier circunstancia fortuita puede influir en la orientación de una vida y poner en evidencia méritos que de otro modo acaso no se habrían revelado jamás.

Nacido en 1854, a los diez y siete años había terminado Florentino Ameghino sus estudios del magisterio, que siguiera en la Escuela Normal de Buenos Aires, siendo designado subpreceptor de la escuela de primera enseñanza de Luján, su ciudad natal. Hijo de familia modesta, al ocupar este puesto no era más que un maestro pobre; pobre hasta de salud, pues padecía una anemia tan intensa, que, según el mismo refirió en alguna ocasión, no le era posible caminar dos cuadras sin detenerse a descansar sentándose en el umbral de alguna puerta. Y véase por donde, fué esto lo que convirtió en hombre de ciencia de fama mundial al que, si hubiera disfrutado de una salud envidiable, probablemente no habría pasado de ser un maestro de tantos. Alguien, no sé quien, aconsejó a Ameghino que, para mejorar su precaria salud, tratase gradualmente de hacer ejercicio al aire libre. Lejos estaría de imaginar, quien tal hizo, que inconscientemente iba a prestar un valiosísimo servicio al país y a la ciencia. El joven educador, siguiendo el consejo, comenzo a dar paseos, cada día más

(1) Conferencia pronunciada en el Aula Wenceslao Escalante de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, en el acto organizado por el Centro Estudiantes de Agronomía con el auspicio de la Facultad.

largos, hasta llegar al río Luján, donde, para descansar, se entretenía pescando; y como un buen día le llamara la atención un hueso fósil que sobresalía de la barranca, se le ocurrió extraerlo, quedando intrigado por aquel pequeño descubrimiento. La búsqueda de otros huesos constituyó desde aquel momento para él un aliciente mucho mayor que los bagres del río; comenzó a estudiar cuantos libros sobre fósiles caían en sus manos, dedicó todas sus horas libres a recorrer la barranca en busca de nuevos ejemplares, y casi sin darse cuenta se encontró sano, y al mismo tiempo dueño de una pequeña colección paleontológica y de un gran caudal de conocimientos sobre la materia. Como dijera muy bien el explorador y etnógrafo Ambrosetti, el interés científico se unió a su gratitud hacia los fósiles, a los que debía en no pequeña parte la salud, para decidir la suerte de su vida.

Translado a Mercedes, Ameghino continuó en esta localidad sus excursiones en busca de restos de los seres que fueron, y allí escribió sus primeros trabajos, aparecidos en 1875, uno de ellos en París, en el **Journal de Zoologie**, una de las principales revistas científicas de aquella época. Téngase en cuenta que en aquel entonces un argentino escribiendo sobre ciencias naturales era una mosca blanca, y que Ameghino solo contaba veintiún años de edad. Lleno de juvenil entusiasmo y de la noble ambición de saber, y a la vez comprendiendo que el ambiente de su país (especialmente el de las pequeñas ciudades del interior) no era el más idóneo para su autoformación científica, quiso visitar los grandes museos de Europa, y con este objeto y el de obtener recursos con qué publicar sus primeras obras, reunió una colección de fósiles lo suficientemente importante para poder llevarla a Francia y venderla. La colección fué exhibida en la sección argentina de la Exposición Universal de París, en 1878, y quiso la suerte que entre los visitantes de la misma se encontrase Cope, el gran paleontólogo norteamericano, quien adquirió buena parte de ella. De este modo, Ameghino no solo vió realizados sus sueños, sino que tuvo oportunidad de entrar en relación con sabios de renombre universal, como el mismo Cope, Gaudry, los dos Gervais, Owen y otros. Un resultado más de aquel viaje, que vino a ser como el punto inicial de la celebridad de nuestro paleontólogo, y ésto a los veinticinco años, fué la publicación del libro **Los mamíferos fósiles de la América Meridional**, en colaboración con Henri Gervais y con doble texto, castellano y francés.

Aún cuando ya antes habían aparecido algunos opúsculos de Ameghino sobre paleontología, prehistoria y geología estratigráfica argentinas, puede decirse que con esta obra comienza verdaderamente la serie de sus trabajos sobre estas materias, a la vez que sobre

filosofía zoológica o paleontológica. No voy a hacer la enumeración, ni aún a la ligera, de los ciento setenta y tantos títulos que constituyen la copiosa bibliografía del sabio (1). ¿Quién no conoce su **Filogenia**, o **Mi Credo**, o los artículos sobre **Los Infinitos** que aparecieron en "La Pirámide"? ¿Quién que en nuestro país se preocupe de ciencias naturales no ha oído hablar, siquiera, de sus minuciosas investigaciones sobre las faunas extinguidas de Santa Cruz, de Paraná o de Monte Hermoso? ¿Quién de los que ya vamos perdiendo el derecho a llamarnos jóvenes no recuerda las discusiones a que, dentro y fuera de la República, dieron lugar sus estudios y conclusiones sobre el hombre primitivo argentino, comenzando con el mencionado artículo del **Journal de Zoologie** y terminado con sus observaciones a los trabajos paleantropológicos del doctor Mochi, publicadas solo cinco meses antes de su partida de este mundo?

Si asombrosa es la laboriosidad revelada por la producción científica de Ameghino, ciertamente no lo es menos la abnegación que ella supone. Cosa sabida es, en efecto, que el sabio costeó de su propio peculio no pocas de sus publicaciones, así como la mayoría de las expediciones que su hermano Carlos realizara a Patagonia, a Catamarca, a diversos puntos de la Provincia de Buenos Aires y a otros lugares del territorio argentino, y cuyos resultados fueron la base de sus descubrimientos y observaciones; e igualmente se sabe que a estos gastos atendía con las no muy cuantiosas ganancias de su modesta librería y papelería intitulada "El Gliptodonte", cuya trastienda le servía de laboratorio y biblioteca, dato suficiente para demostrar que nuestro paleontólogo estaba muy lejos de pertenecer a ese tipo de pseudoinvestigadores que Cajal tan acertadamente denominaba "organófilos". A este propósito, es frecuente leer y oír contar que Florentino Ameghino careció de la protección oficial a que sus méritos lo hacían acreedor. Indudablemente, el ilustre hijo de Luján dió a su patria, en aporte al progreso científico, más, mucho más de lo que de ella recibiera; pero seamos ecuánimes, y no nos

(1) Una bibliografía completa fué publicada en los **Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires**, ser. 3, vol. XV (1912), págs. XLIX-LXI. El gobierno de la provincia de Buenos Aires ha hecho una edición oficial de las obras y trabajos de Ameghino, pero, desgraciadamente, esta empresa tan plausible por todos conceptos ha sido realizada con una extraña falta de criterio científico y bibliográfico. No se trata, en efecto, ni de una edición facsímil, ni de una edición anotada o comentada, que son los dos tipos entre que suele elegirse al reeditar la labor de los grandes hombres de ciencia o de letras, sino que es una simple reimpresión en formato uniforme, conservando a veces hasta las erratas originales, en la que los trabajos ni siquiera aparecen en orden cronológico, sino agrupados en forma discutible, y, lo que es más grave, sin indicar la fecha ni el lugar en que se publicaron originalmente, datos que en tales casos no deben omitirse nunca.

dejemos llevar por el derrotismo cultural hasta llegar al desprestigio de nuestra propia nación.

Florentino Ameghino, sin estudios universitarios, con una formación científica debida exclusivamente a su esfuerzo personal, fué designado a la edad de veinte años profesor substituto de zoología en la Universidad de Córdoba, y a los veintiuno era titular de la misma cátedra, que abandonó un año después para ser nombrado subdirector y secretario del recién fundado Museo de La Plata, el que además le compró una buena parte de sus colecciones, incluyendo numerosos calcos de piezas fósiles pertenecientes al Museo de Historia Natural de París, de indiscutible valor como material de comparación. Sobre las discusiones y disgustos entre Ameghino y Francisco P. Moreno, fundador y director del museo platense, con el consiguiente rompimiento y la exoneración de nuestro paleontólogo, se ha fantaseado también mucho, no faltando quienes han creído, o han hecho creer, en una perdurable discrepancia entre aquellos dos hombres tan distintos en muchas cosas, pero tan parecidos en su amor a la ciencia, en su fecundidad de trabajo, en su independencia de carácter y en su patriotismo, y habiendo también quienes, explotando el asunto en beneficio propio, han culpado al Museo de La Plata de no haber hecho nada para reparar la ofensa que pudo caber en la separación de Ameghino de su personal. Los que así piensan, ignoran, o simulan ignorar, que largo tiempo antes de la muerte de Ameghino, los dos naturalistas habían vuelto a ser amigos, dando al olvido sus pasadas discordias y las acerbos diatribas, rayanas muchas veces en el insulto, que mutuamente se había dedicado; que Moreno, así como su subordinado, y antecesor mío en el Departamento de Paleontología del Museo de La Plata, don Santiago Roth, facilitaron frecuentemente a Ameghino material paleontológico para sus investigaciones; que el retrato de Florentino Ameghino ocupa en dicho Departamento un puesto de honor; que cuando a Moreno, en 1907, le fué concedida la medalla de la Real Sociedad Geográfica de Londres, partió de Ameghino, conjuntamente con Estanislao Zeballos, la iniciativa del homenaje que a aquel tributaron sus amigos y colaboradores; y que, en fin, al fallecer Ameghino, fué el doctor Francisco P. Moreno quien presentó a la Cámara de Diputados de la Nación, en sesión de 23 de agosto de 1911, y con fundamentos en que ciertamente no escatimó los elogios al sabio desaparecido, un proyecto de ley de adquisición de las colecciones y bibliotecas que aquel dejaba, por la nación y con destino al Museo de Buenos Aires; noble idea que, por unas u otras razones, solo recientemente se ha podido ver realizada.

Volviendo a la actuación oficial de Florentino Ameghino, en 1897 los vemos encargado por el Gobierno Nacional de redactar la parte paleontológica del Segundo Censo, y en el mismo año la Facultad de Agronomía y Veterinaria de La Plata lo elegía consejero y vicedecano. Y no fué esta su única vinculación con las ramas del saber que más de cerca nos tocan a nosotros. En agosto de 1904, en efecto, era designado Vocal del primer Consejo Directivo del Instituto Sup. de Agron. y Veter. de Buenos Aires, más tarde convertido en nuestra Facultad; al año siguiente, era miembro del Consejo Consultivo del mismo Instituto, y en 1907, vocal de la Comisión Asesora de Enseñanza Agrícola de la Superintendencia de las escuelas dependientes del Ministerio de Agricultura de la Nación. Por otra parte, desde abril de 1902 hasta su fallecimiento, ocupó la dirección del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires, y en la misma época desempeñó los cargos de profesor titular de Mineralogía y Geología en la Facultad de Ciencias Físico - matemáticas de la Universidad de La Plata y de Jefe de sección y profesor de Geología en la de Ciencias Naturales de la misma Universidad.

Todo esto es, indudablemente, poco cuando se considera lo que Ameghino representa en la historia de la ciencia argentina, cuando se tiene en cuenta que fué el primer naturalista argentino cuya fama rebasó las fronteras de su patria; pero, vuelvo a decirlo, no nos rebajemos a nosotros mismos en nuestro anhelo por exaltar al sabio y en nuestro prurito de compararnos desventajosamente con otros pueblos. Son muy contados los hombres de ciencia que en el extranjero han llegado a más, ni aún a tanto, y eso en países de civilización enormemente más antigua, de vida cultural incomparablemente más intensa. El caso de Ameghino es, sencillamente, el de todos aquellos que con verdadero fervor se consagran al culto de la ciencia por la ciencia. No diré yo que todos mueran, como Lamarek, en la miseria, pero no se conoce el caso de ninguno que haya hecho una fortuna con su saber ni con su dedicación. El verdadero hombre de ciencia tiene mucho de apóstol, nada de negociante.

En cuanto al valor científico de la obra de Ameghino, cabe afirmar que pocos sabios habrán visto sus ideas y sus conclusiones más discutidas. Pero hay que observar que en las polémicas entabladas entre el paleontólogo argentino y otros estudiosos, o que pretendían pasar por tales, se puede establecer dos categorías: por un lado, había la discusión científica en el verdadero sentido de la palabra, la discusión seria, razonada, serena; por otro, la polémica partidista, apasionada, sin otra finalidad, en el fondo, que la defensa de tales o cuales principios, no siempre científicos. Aquí, en la patria del sabio,

este segundo tipo de polémica fué el más corriente; se combatió, no la mayor o menor exactitud de las observaciones de Ameghino, ni su manera de entender la cronología geológica, o de interpretar la ausencia o la presencia de tal o cual rasgo morfológico en las especies extinguidas; se combatió su defensa de la doctrina evolucionista, su concepto de la vida animal a través de las edades, sus ideas sobre la posición del hombre en la escala zoológica; en pocas palabras, justamente lo que, fundamentalmente al menos, hay en su obra de más inmovible y de más admirable. La verdadera crítica científica, venida en su mayor parte desde el extranjero, se refería, en cambio, más bien a detalles de la interpretación de hechos, a las ideas particulares del paleontólogo sobre cuestiones taxonómicas o estratigráficas.

Nos apartaríamos nuevamente de la ecuanimidad si, por una devoción mal entendida hacia la figura de Ameghino, aceptásemos a ojos cerrados como bueno cuando produjo. Ningún hombre, por más sabio que sea, es infalible, y los cerebros más privilegiados han incurrido a veces en errores. ¿Acaso no se dormía el mismo Homero? La figura de Cuvier no ha perdido nada de su brillo porque la teoría de las catástrofes resulte hoy inadmisibile; Darwin no ha dejado de ser una gloria de la ciencia inglesa, y aún de la ciencia universal, porque sepamos que, contra lo que él creía, las variaciones bruscas se transmiten por herencia y la selección natural no es la causa primaria de la evolución orgánica. Cuvier y Darwin eran hombres, y el error es atributo humano.

Por lo que a Ameghino se refiere, hoy está plenamente comprobado que muchas de sus conclusiones filogenéticas son equivocadas (por ej., las que se refieren a los équidos, o a los proboscídeos); que su teoría sobre el origen del hombre no está de acuerdo con los hechos probados; que mucha de las numerosas especies fósiles por él descubiertas no pertenecen en realidad a los grupos en que él las ubicara, y que la antigüedad que atribuyó a las capas sedimentarias de nuestro suelo, y por consiguiente a los fósiles en ellas encontrados, debe rebajarse bastante. Pero esto no resta nada del verdadero mérito de nuestro paleontólogo. ¿Acaso en Europa no se discute todavía acerca del límite exacto entre el Plioceno y el Pleistoceno? ¿Y no fué hace pocos años descrito como de un primate próximo a los antropoides, por uno de los más eminentes sabios de los Estados Unidos, un diente que después resultó pertenecer a un súido del grupo de los pécaris? No incurramos, pues, en la ridícula aberración de creer que nuestro sabio, por el hecho de ser argentino, no se pudo equivocar nunca. Los únicos investigadores que jamás se equivocan, son los

que solo son investigadores de nombre, y a fé que Ameghino estuvo bien lejos de pertenecer a este número.

Por otra parte, las fallas que en las teorías o en las apreciaciones de Ameghino puedan señalarse, nada representan junto a sus considerables merecimientos. A él se debe el conocimiento de la inmensa mayoría de las especies fósiles halladas en nuestro suelo, y si unas cuantas no han resultado "buenas especies", son incomparablemente muchas más las aceptadas por la ciencia. Las capas sedimentarias del territorio argentino no serán tan antiguas como Ameghino suponía, pero su sucesión y estructura se admiten tales como él las estableció, por lo menos en líneas generales. Verdad es que algunas de sus conclusiones filogenéticas son demasiado aventuradas, y otras francamente inadmisibles; pero no debemos olvidar que el sabio las formulaba en una época en que las elucubraciones sobre filogenia estaban de moda, y todos los paleontólogos de entonces incurrían en el mismo pecado. En cambio, fueron pocos los estudiosos extranjeros con el empuje y la dedicación indispensables para llevar a cabo una empresa comparable a la que realizó Florentino Ameghino al escribir su **Contribución al conocimiento de los Mamíferos fósiles de la República Argentina**, publicada en Córdoba en 1889 y que, pese a su modesto título de "contribución", es una revisión completa de cuanto hasta aquella fecha se había hecho en paleontología y estratigrafía argentinas por el mismo Ameghino o por otros autores, una verdadera obra monumental de más de mil páginas en folio, con un atlas de noventa y siete láminas conteniendo arriba de 2.000 figuras. Sin exageración puede compararse este libro, por su importancia y por lo completo de su contenido, con la **Paléontologie Française** de D' Orbigny o con la magistral obra de Barrande sobre los fósiles silúricos de Bohemia. Y este libro, que otro autor habría producido acaso como **capo lavore**, al fin ya de su carrera científica, Ameghino lo publicó a los treinta y cinco años de edad y apenas a los diez y ocho de iniciarse en los estudios paleontológicos. Por sí sola, sin los numerosos trabajos que la siguieron y complementaron, la **Contribución al conocimiento de los Mamíferos fósiles** habría bastado para hacer famoso el nombre de su autor en todo el mundo científico.

Pero hay algo que hace más meritoria la labor de Florentino Ameghino que su valor intrínseco, y ese algo son las circunstancias en medio de las que hubo de trabajar el sabio. De él puede decirse que fué el apóstol de la doctrina evolucionista en la Argentina, y esto, que tal vez no dice nada a las nuevas generaciones de estudiosos de la naturaleza, significa mucho para los que hicimos nuestros estudios universitarios en los días en que la obra de Ameghino estaba en su

apogeo. Hoy, cuando el fenómeno de la evolución orgánica ya no es negado por nadie y la variación de las especies se acepta como un postulado es difícil darse cuenta de la situación de quienes sostenían estas doctrinas hace treinta o cuarenta años, cuando aún en las naciones más adelantadas de Europa era peligroso para un profesor de universidad hablar en su cátedra del transformismo o hacer el elogio de las teorías de Darwin, y a los estudiantes que escuchábamos sin protesta estas cosas y nos animábamos a repetirlas, se nos miraba con el mismo horror, o al menos con la misma prevención, con que hoy se mira a los que simpatizan con ciertas ideologías más o menos subidas de color.

Ameghino, no solo se atrevió a defender el evolucionismo en medio de un ambiente poco propicio, sino que supo inculcar sus principios en la intelectualidad argentina de su época, familiarizando el tipo medio del hombre culto de este país con ideas y teorías que en muchas universidades europeas estaba vedado tratar en alta voz. Del mismo modo, sus numerosas publicaciones, sus artículos periodísticos y, más que nada, las polémicas a que unas y otros dieron lugar, hicieron que el gran público argentino se familiarizase con los fósiles y cobrase un interés por la paleontología que sería inútil buscar en los públicos de otros países. Para quien de ellos viene, nada tan extraordinario como oír hablar de yacimientos y de restos fósiles en los últimos rincones del territorio, y ver que los pobladores de los más remotos confines de Patagonia o los paisanos de los más pobres rancheríos catamarqueños tiene una idea aproximada de lo que es un fémur de dinosaurio o un caparazón de gliptodonte. Yo mismo he creído soñar al llegar al rancho de mi baqueano en la Sierra de San Bernardo, en el Chubut (un honrado poblador, ex-jockey del hipódromo de La Plata) y ver ocupando el puesto de honor en su pequeña biblioteca, junto a **La Biblia**, el **Quijote** y el **Pequeño Larousse**, la **Filogenia** de Ameghino, cuyo estado de conservación revelaba la frecuente lectura.

Este ha sido, en realidad, el gran mérito de Ameghino, este su mayor timbre de gloria. Junto a ello, ¿que nos importa que se equivocarse al decir que el **Pyrotherium** vivió en el Cretáceo, o al sostener que todavía debían de quedar milodontes vivos en Patagonia? Se propuso hacer progresar la ciencia de los fósiles en su patria, y no solo contribuyó más que nadie a su progreso, sino que supo interesar en ella a todos, grandes y chicos, científicos y profanos. Tal vez pecó de audaz en sus concepciones y de obstinado en la defensa de sus propias teorías, pero ello no es sino lógica consecuencia de la viveza de su imaginación y de la firmeza de su carácter, cualidades

sobresalientes en su personalidad y sin las cuales tal vez no habría jamás llegado a ser lo que fué.

Un eminente naturalista norteamericano, paleontólogo él también, el doctor William J. Holland, director que fué del Museo Carnegie. en Pittsburgh, hizo en poquísimas palabras la más acertada semblanza de Florentino Ameghino. “Perteneció — decía — a la numerosa clase de los científicos autodidactas, de los cuales poseía todas las virtudes y algunas de sus faltas”.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA CARRETERA RURAL

por el Ing. Agr. Andrés Ringuelet

En tiempo de los incas el problema de los caminos fué mejor resuelto que en la actualidad.

El camino rural es, en la Argentina, un exponente de atraso; un factor no estudiado y menos aun resuelto. La disculpa de ser ésta una nación joven no corresponde; Canadá lo desmiente.

La extensión ferroviaria mundial en 1930 (1) — al cumplirse el centenario de los ferrocarriles, iniciados por Stephenson en 1830 — era de 70 mil Kms. para Oceanía, 80 mil para Africa, 220 mil para Asia; 550 mil para Europa y 900 mil para América; bien, a esas cantidades contribuye Estados Unidos con 675 mil kilómetros, Canadá con 87 mil y la Argentina con sólo 40 mil. Y por cada kilómetro de ferrocarril la Argentina llegó a tener recién en 1935, $7\frac{1}{2}$ kilómetros de caminos; porcentaje alcanzado en Canadá hace ya más de 10 años...

Arterias para el tránsito de los productos del campo — Cereales y hacienda simultáneamente — no existen todavía en los 3 millones de kilómetros cuadrados que forman el suelo patrio.

Hasta hoy, oficialmente, sólo se ha pensado en el camino para la ciudad y ese camino también está en deuda con el progreso del país. Veamos: en la República Argentina por cada kilómetro de superficie territorial hay 0.1 kilómetros de caminos y $7\frac{1}{2}$ por cada kilómetro de vía férrea (Año 1935) mientras que Nueva Zelanda por cada kilómetro de superficie posee 0.2 de Caminos y 2.483 por cada kilómetro de vías férreas.

Ese 0.1 de camino argentino por kilómetro de superficie significa una red de 300.000 kilómetros; cifra un tanto impresionante que deja de serlo si analizamos el detalle facilitado por la Dirección Nacional de Vialidad al Ministerio de Agricultura (2): de

(1) De la Rev. de Economía Argentina de Febrero de 1930.

(2) Anuario del M. de Agricultura, 1935.

Caminos generales y de acceso se calculan en 300.000 kilómetros; de los cuales 293.000 son de tierra y 7.230 de tránsito permanente. De estos últimos:

esos 300.000 kilómetros, únicamente 7.230 son de tránsito permanente y el resto, o sean 293.000 kilómetros, de tierra; la publicación oficial no aclara si se trata de rutas mejoradas o engloba en esa cifra los clásicos "caminos" rurales de imposible tránsito después de cualquier lluvia.

No hay duda que con la creación de la Dirección Nacional de Vialidad y las sobretasa de la nafta se ha operado un cambio saludable.

Por primera vez se oye el aplauso decidido de una Institución automovilística a un gobierno provincial porque, bien o mal, construye caminos (1). Pero desgraciadamente, interesada o nó, la obsesión es por el camino de turismo.

El camino de placer representa, bien es cierto, un alto exponente de cultura, pero a él debemos llegar después de cimentar el bienestar material, después de construir el camino de trabajo. La historia económica argentina señalará como fecha memorable la fecha en que se construye el primer camino rural y se dé término al último camino político (2).

Nuestra desorientación caminera se ha puesto en evidencia en dos hechos tan sugestivos como graves: a) la controversia entre el camino y el riel y b) la controversia — tan rica en suspicacias políticas — del camino a Mar del Plata.

La primera revela la falta de un plan racional de coordinación entre las vías férreas, terrestres y fluviales. Y la segunda revela falta de orientación técnica por cuanto se está construyendo con tres tipos de cubierta totalmente distintas; "tipos", por otro lado, ya descartados por los países que han resuelto su problema caminero.

¿Y el camino rural? Que sea rural por comunicar la chacra y

(1) Del Automóvil Club Argentino a la acción caminera desplegada por el Ministro de Obras Públicas de la Prov. de Buenos Aires, Ing^o Numa Tapia.

(2) De estos los caminos políticos los hay muchos. Su mejor exponente en el doble carácter de camino de mero turismo y de perfecto camino político, es el llamado — no sin razón — el "suntuoso camino de la costa": realizado con entusiasmo envidiable, mientras problemas camineros de urgencia trágica, como el de Lobería al puerto de Quequén esperan...

2409 de grava (conservación accidental)
3253 de grava (conservación permanente)
346 macadam asfáltico
131 macadam común
877 hormigón
175 granitullo (a base de hormigón o granito)
22 de concreto asfáltico
17 mejorados con tratamiento bituminosos

la estancia con la estación o el puerto y rural porque sirve tanto para la rueda del carro o del auto como para la pata de la hacienda.

En el centro del camino una franja cubierta para la rueda; y a ambos lado una calzada de tierra abovedada para la pata del cuadrúpedo(1). Que cada 15 kilómetros tenga su monte de sombra, con las bebidas necesarias para proveer de agua fresca permanentemente.

Sombra y agua han atentado y siguen atentando contra nuestra riqueza ganadera en forma alarmante. Según un cálculo publicado en la Revista del Ferrocarril Provincial de Buenos Aires (2) en las condiciones más ventajosas de tránsito se pierde, por deficiencias de los llamados "caminos" de nuestra campaña, de 40 a 50 millones, solamente en el traslado del ganado vacuno.

Si la economía oficial confeccionara estudios orientadores en vez de dedicarse al "diletantismo" del número como aquel estadista francés, que alarmó a su gobierno calculándole cuánto perdía la economía del país por permitírsele descansar al obrero en día domingo, ya tendríamos — por lo menos — un kilómetro de camino rural.

Es bueno recordar que basta "mejorar" el camino de tierra para obtener una economía de 18 centavos por tonelada y por kilómetro (3). ¿Con cuantos millones se beneficiarían nuestros chacareros?

La Asociación Argentina de importadores de automóviles y anejos, en un trabajo titulado "La vialidad y el problema agrario argentino" calcula que la "Economía agraria pierde unos 100 millones de pesos anualmente debido a las serias deficiencia de la vialidad rural" (4).

(1) Para los detalles de construcción, alambrado y arbolado ver Rev. del F. C. Sud, año 6 julio de 1931: "Camino rurales" por José J. Vidal.

(2) N° 21 de abril-mayo 1931.

(3) Según los minuciosos cálculos de Sence en: "Los problemas fundamentales del Camino".

(4) Con los caminos existentes — Con buenos caminos

	Trigo	Lino	Maíz	Trigo	Lino	Maíz
Arrendamiento	31.64%	28.72%	27.65%	28.48%	25.85%	24.88%
Cultivo y cosecha ..	47.46	52.66	44.24	42.71	47.40	39.82
Bolsa	5.28	4.29	7.90	5.28	4.29	7.90
Acarreo	5.07	4.24	7.58	3.04	2.58	4.55
Flete ferroviario medio y carga	8.96	7.66	10.27	8.96	7.66	10.27
Puerto embarque y trac- ción	1.34	2.38	2.36	1.34	2.38	2.36
menor costo: trigo	9.44%	lino 9.84%	y maíz 10.22%.			

NOTA: el mayor beneficio para el maíz se comprende recordando que la cosecha y acarreo se realiza en invierno, cuando los caminos no están "oreados".

El ingeniero José Adán Blanda, delegado del gobierno de la provincia de Entre Ríos, ante el 2do. Congreso Nacional de Vialidad -- realizado en Buenos Aires el 12 de Agosto de 1929 bajo el auspicio del Touring Club Argentino -- presentó éste cálculo concluyente: "con 20 kilómetros de caminos de tierra, abovedados, se producirían las siguientes economías:

En fletes de productos agrícolas	\$ 3.708.000 m/n.
„ „ „ „ de ganadería . „	44.325 „
„ „ „ mercaderías generales .. „	1.350.000 „
„ los automotores	4.708.825 „

O sea un total de pesos 9.810.825 m/n (1) mejorando, abovedando los caminos naturales de tierra, el flete se abarata en un 30 a 40%.

Estudios de la American Association of Highway Officials determinan que el ahorro en gastos de transportes, además de los beneficios secundarios, que reportan los caminos mejorados es muchas veces mayor que el costo anual de la obra (2).

Con respecto a la parte cubierta del camino rural, destinada a la rueda, hasta ahora se ha procedido con un criterio demasiado deportista. El ancho "oficializado", de unos 6 metros, si bien permite el cruce fácil para dos automóviles de paseo y una falsa economía derivada de la "angostura", multiplica los riesgos, cuando el tráfico de acrecenta y dificulta la circulación de los vehículos de trabajo; para quienes hubo de establecerse penas especiales como la de no poder transitar de noche (3). Precisamente en las horas **propias** para los automotores de carga, porque circulando de noche libran la calle para el turista y merman los riesgos y las pérdidas que el calor provoca en los motores y en las mismas cargas (leche, verduras, vinos, productos alimenticios, etc).

Y en Cuanto al problema fundamental, el de la calzada firme, la cuestión técnica de la cubierta, recién se va despejando aunque se implantan novedades supuestas insustituibles, precisamente, cuando la práctica extranjera aconseja su abandono.

Un interesante gráfico popularizado por las compañías norteamericanas de cemento portland en nuestro país, demuestra como si

(1) El trabajo se tituló: "Función económica de los caminos abovedados en tierra, en la provincia de Entre Ríos.

(2) Informe de la "California Highway Advisory Comitee" 1925 mencionado por C. G. Gerstrom en "Aspecto financiero de la construcción de carreteras" Rev. de Economía Argentina de Julio 1927.

(3) Medida adoptada por el Gobierno de la Prov. de Bs. As., a fines de 1935, con motivo de un accidente.

un vehículo con un litro de nafta recorre una distancia relativa de 4, en camino de tierra; recorrerá — en igualdad de condiciones — una distancia de 6 en camino macadanizado; de 8 en camino con cubierta de piedra y de 10 sobre hormigón. Sistema, éste último, generalizado hoy aquí, mientras las naciones con carreteras lo van desplazando por su falta de elasticidad, facilidad conque desprende el polvo, desgastes provocados por su superficie áspera, “mordiente”, las trepidaciones que provoca con las juntas de dilatación y su facilidad de agrietamiento cuando se produce cualquier desplazamiento de terreno. En Estados Unidos se ha estudiado minuciosamente estos factores estableciéndose hasta los kilos de polvo recibidos por el motor, en un recorrido base, y el desgaste provocados por esas partículas en las piezas fundamentales determinándose, en resumen, la vida “real” de un motor circulando sobre distintos tipos de cubierta.

En Europa, Estados Unidos, Australia, India y Africa, es decir en las condiciones más opuestas de suelo y clima, las emulsiones de asfaltos **en frío** están reemplazando todo otro sistema por razones de tráfico y economía, tanto en la construcción como en la conservación.

Los hormigones o concretos bituminosos a mezcla en frío se universalizan mientras los caminos de cemento armado descendieron del 70% al 0.7%. Con la ventaja, nada despreciable para nosotros, de que Y.P.F. está en condiciones de proveer todo el bitumen necesario, y netamente nacional, para construir este tipo de calzadas elásticas, llamadas de “tipo superior” (1).

Escogido el “tipo” de camino resta resolver el otro aspecto, tanto o más fundamental: su trazado. No es posible abrir caminos orientados por intereses particulares, caminos políticos, o caminos de

(1) Ver divulgación por el ingeniero H. Padula, en “Señales” de febrero 27 y marzo 6 de 1935.

Los tres ensayos, realizados hasta ahora aquí en el país, de cubierta con asfalto en frío, fracasaron rotundamente, pero no por causas o fallas del material sino por graves deficiencias en la técnica de la aplicación. Este tipo de asfalto con agua requiere un piso de piedras de tamaño y calidad adecuada. Por ello y por falta de personal capacitado en número suficiente se lo ha reemplazado con el asfalto líquido **con disolventes**; el “cut-back” (salto atrás en la destilación) tipos Sc (con gas-oil) Mc (con querosene y Rc (con nafta) que Y.P.F. va imponiendo, tras tesonera labor, con el nombre de “**asfalia**” en los tipos: endurecimiento lento (E.L.) endurecimiento mediano (E.M) y endurecimiento rápido (E.R.) que corresponden a los tipos standard con gas-oil, querosene y nafta, respectivamente. Fuera de otros tipos creados por la repartición con los cuales Y.P.F. hace una competencia técnica a sus propios productos.

Es interesante hacer saber que Y.P.F. inició sus ventas de asfaltos en Enero 1935, aumentando en forma firme, desde entonces, mes por mes. Y que después de pacientes labores ha obtenido de la Dirección Nacional de Vialidad, la inclusión — en los contratos de obras camineras — de una cláusula exigiendo el producto nacional.

ornato; como el señalado por un ex - ministro de obras públicas de la provincia de Buenos Aires que lucía un costoso puente sin agua porque en la localidad no se conoce corriente fluvial alguna.

Como no es posible atentar contra el bienestar social sometiendo la vida del camino — el tráfico — a las pretensiones de los grandes capitales, como la proyectada “coordinación” del transporte, en realidad trágica “subordinación” del automotor al ferrocarril.

El ferrocarril que siguiera en sus trazados los históricos caminos reales (1), las huellas abiertas por la carreta, ha conseguido cerrar el camino e impedir al vehículo correr por su propia huella de trabajo porque competía al “civilizador” del país, al rail way inglés que según los baedeker londinenses “abrió las primeras rutas”, “arriesgó los primeros capitales” por nuestras pampas desiertas; como según los baedeker ingleses todavía las islas malvinas siguen siendo descubiertas, conquistadas y civilizadas por los británicos.

Quien lea el memorial elevado por las empresas ferrocarrileras al Gobierno de la Nación, el 12 de Noviembre de 1931, y que dichas empresas divulgaron con el equivocado título de “La vida de los ferrocarriles y la competencia en los transportes” puede leer mucho “entre líneas”. (Dejando los temas netamente ferroviarios, para cuando estudiemos los fletes, podemos hacer algunas acotaciones interesantes).

Previo una crítica razonable a la obra caminera del gobierno sobre los caminos suntuarios, el desorden de los trazados, la tergiversación en el manejo de los fondos de la ley Mitre (2) y el fracaso de la municipalización de los servicios tranviarios de Rosario, plantea un estado financiero afligente al que — según las empresas — han llegado después de crueles sacrificios realizados para enriquecer al país con sus transportes. Y el Estado al que llaman la atención diciéndole: vuestra actitud es injusta porque todo lo haceis contra el ferrocarril, nada en su defensa!!! se deja convencer, y amonestar por permitir el libre tránsito a sus ciudadanos por los caminos que ellos mismos pagan y porque canaliza ríos y construye puertos. Y el Gobierno dá la razón a quienes no ocultan que lo único que los mueve es la “competencia” a sus dividendos, y se permiten advertir que los “trust” se forman a pesar de las leyes, que los castigan” (3).

(1) Ver “Orientación de carreteras: una teoría desconocida” por Francisco Seguí en “El Día” de La Plata, junio 15 de 1934.

(2) Al respecto véase “Los caminos de acceso a la estación” por Octavio Bunge en el diario “La Nación” de Mayo 12 de 1927 o en “Ferrocarriles Argentinos” pág. 247 o en “Revista de Economía Argentina”, julio 1927, tomo 30.

(3) “La vida de los ferrocarriles y la competencia en los transportes”. Buenos Aires, 1931.

La obra caminera en el país, que tanto alarma a los ferrocarriles, toma impulso con la sobretasa de la nafta. Ahora se construyen caminos pagados por quienes los utilizan, antes también los pagaba el pueblo a través de los impuestos. Pero antes ni ahora contribuyeron los ferrocarriles (Salvo los de acceso a sus estaciones, según la Ley Mitre) pero usufructúan gratuitamente para sus automotores que tampoco pagan la sobretasa a la nafta; lo que no les impide mantener, clandestinamente, empresas de ómnibus como la de Rafaela a Santa Fé denunciada públicamente por la prensa.

Y el renovado argumento de la falta de apoyo por parte del Gobierno se pone al descubierto desde la tramitación de la Ley 5315. Antes de su sanción las empresas solicitan la introducción libre de derechos aduaneros para el material, durante 25 años. La ley concede la liberación por 40 años. Las empresas piden exención de derechos nacionales y provinciales pero comprometiéndose a cubrir los servicios municipales. La ley accede incluyendo en la liberación las cargas municipales que no son cargas impositivas sino prestación de servicios.

Las empresas se obligan a transportar con el 50% de rebaja el material para obras públicas nacionales y provinciales autorizadas por los respectivos gobiernos de las zonas. El artículo 10 de la ley 5315 restringió ese beneficio a las obras nacionales y a las provinciales cuando estas últimas estén autorizadas por el Congreso de la Nación.

De todas estas franquicias sólo la primera —exención de derechos aduaneros— permitió a las empresas en el año 1905, una economía de 32 millones de pesos. Sin recordar, por último, que al discutirse la ley en cuestión, el diputado Celestino L. Pera (1) denuncia que bajo el rubro de material ferroviario libre de impuestos aduaneros, se introducían al país, telas, seda, muebles, relojes, tabaco y hasta varias fuertes partidas de whisky y gin... (2).

Ahora traigamos a colación algunos números para tranquilizar a “nuestros ferrocarriles”. De los derechos de importación de automotores y anexos de los 10 años que corrieron de 1918 a 1927 y que sumaron 285.678.322 pesos m|n., solamente se aplicaron a la construcción de caminos y puentes \$ 65.880.974 m|n. o sea el 23½ % (3).

El promedio de capitales invertidos en caminos en relación al in-

(1) Diario de Sesiones, 1907, tomo 1, parte 2, pág. 1160.

(2) De Rogelio Araya en “Tarifas ferroviarias, derecho, etc.”.

(3) Cálculo del Ing^o Eduardo Arenas en su trabajo N^o 11 sobre financiación de caminos, presentado al 2^o Congreso Nacional de Vialidad, agosto 1929.

vertido en ferrocarriles llegaba al 3,5% en 1923. Mucho tiempo deberá pasar para igualar al Canadá, dominio inglés en donde, ese mismo año, el mencionado porcentaje llegaba al 30,8% (1).

El peligro no está en las pérdidas ya que los capitales ferroviarios —según cálculos del ex Ministro Francisco Seguí— han sido pagados dos veces (2). El peligro está en que en este otro “dominio” —según el decir del Lord del sello privado de Londres— pueda desaparecer la importancia y la influencia del capital inglés, como desapareció en Canadá y Australia.

Por otra parte los datos técnicos no siempre son londinenses y contradicen; pese a ser tomados de uno de los innumerables escritos de divulgación del ex-Ministro Ezequiel Ramos Mexía, que fuera en su vida privada y en su vida pública a través de sus tres ministerios el representante genuino de los ferrocarriles ingleses. Los 16.000 kilómetros de vías férreas de Sud Africa son del Estado y ese Estado llegó a servir, con automotores propios, 16.000 kilómetros, más de caminos públicos; pues bien, informando sobre el ejercicio del año 1933, el Gerente General de los ferrocarriles y puertos del Estado, declara que el costo de transporte por tonelada milla y por automotor, es más de 4 veces mayor que el promedio de costo por riel (3).

La competencia, entonces parece relativa...

No debemos englobar en nuestro problema agrario, la competencia mercantil del transporte de pasajeros en las grandes ciudades como la Capital de la República. Nuestro país necesita, urgentemente, muchos caminos rurales, muchas empresas de camiones que lleven los cereales a los puertos de embarque y no menos cantidad de ferrocarriles “colonizadores” que sirvan las incontables distancias que aún aíslan verdaderos centros de producción y no ferrocarriles que provoquen aquellas explotaciones que exigen sus intereses particulares y no destruyan industrias autóctonas (4) para seguir vendiendo mercaderías inglesas.

Sin considerar la sobre tasa de la nafta el máximo de inversiones camineras lo señala el presupuesto de 1932 con un 2,74% del total “teniendo en cuenta —para hacer comparables las cifras —los cambios

(1) Folleto del Touring Club Bs. As. 1923.

(2) “El Día” de La Plata, Setbre. 21 de 1932.

(3) “Ferrocarriles y Caminos” de Ez. Ramos Mejía en Rev. de Economía Argentina.

(4) Concretos expuestos por el diputado Castaño y Magnasco en la investigación de 1891.

habidos en el sistema monetario'' (1) La cifra es exígua en relación a otros países y sobretodo, que esto es lo fundamental, en relación a nuestras necesidades.

Actualmente gracias a la Ley 11658, de la sobretasa de la nafta, la acción gubernativa se va reivindicando.

Según planilla facilitada por el Departamento de Contabilidad de la Dirección Nacional de Vialidad, fechada en febrero 20 de 1936, lo recaudado por dicha Ley e invertido en obras camineras por dicha repartición, arroja las siguientes cantidades:

Recaudado	Invertido
(al 31 de Diciembre de 1935)	
1931 — 15.220.968,55	5.540.196,81
1932 — 16.918.415,07	17.823.962,52
1933 — 39.929.385,50	15.659.089,87
1934 — 42.627.528,97	20.762.313,36
1935 — 43.397.163,71	34.611.867,81
Total: 158.093.461,80	94.307.430,37

con un promedio anual, en el quinquenio 1931 - 1935 de 31.618.692 pesos moneda nacional.

¿De esos 158 millones cuántos pesos se han invertido en una carretera rural?

Cuando realicemos el cálculo de las millares de máquinas agrícolas que trabajan con motores a explosión, de los millares de tractores que cultivan la tierra y los millares de camiones dedicados, exclusivamente al transporte de productos agropecuarios, y calculemos los millares de toneladas de nafta que consumen y los millones de pesos que significan para los fondos de vialidad, con la sobretasa de la nafta, nos reconocerán el derecho de reclamar la apertura de un camino rural?

Tratemos de orientar el cálculo de acuerdo a estadísticas fidedignas del Ministerio de Agricultura de La Nación, Laboratorio de ingeniería rural, compiladas en el mes de Marzo del corriente año (2) a solicitud. El promedio del siete campañas agrícolas arroja una existencia de 33.743 cosechadoras. Calculándoles un consumo de 65 litros de nafta diario con un trabajo, termino medio, de 15 días por año, cortando 130 hectáreas, lo que es poco, tendremos un consumo anual de 32.799.425 litros de nafta. En cuanto a los tractores, no habiendo con-

(1) De T. Sánchez Bustamante en Rev. de Ciencias Económicas, Diciembre 1933.

(2) Según nota 3778 fechada en marzo 10 de 1936.

trol, tomamos por base una encuesta realizada en el año 1924²⁵. El total obtenido de 16.000 distribuidos en todo el país puede considerarse exacto por cuanto los aumentos registrados compensan las bajas provocadas por el desgaste. Y como en nuestro país el tractor trabaja poco se puede asignar un promedio de 55 días de uso con 70 litros de gas - oil de consumo. En tales condiciones, el consumo de gas - oil o fuel - oil anual llega a los 61.600.000 litros. Sumando ambos resultados tenemos un gasto de combustible por año, de 94.399.425 litros. Resta el cálculo del consumo de las trilladoras, desgranadoras, de los motores dedicados a las industrias agrícolas y sobre todo, de los automotores utilizados para el transporte de los productos agropecuarios. ¿Sería riesgoso afirmar que los guarismos se multiplicarían y que un gran porcentaje de lo recaudado por la Ley 11.658, proviene directamente de la campaña argentina? ¿Qué excusa se puede argüir, entonces, para olvidarla?

TRABAJOS CONSULTADOS:

- Frers Carlos G.: Conferencia pronunciada por el Delegado de la Dirección General de Vialidad sobre los caminos de la Patagonia. Anales Soc. Rural Argentina N° 6 - Junio 1934.
- Cooper Ernesto: "Coordinación de los servicios de transporte de pasajeros en las grandes ciudades". — Revista de Economía Argentina año 1930, tomo 24, pág. 41.
- Poder Ejecutivo de la Nación: Su opinión sobre la coordinación de transportes. — Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 32, pág. 137 y en "Rieles Argentinos" N° 3.
- Allen J. E.: "El público ante la competencia caminera" — Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 32, pág. 23.
- "Coordinación de transportes ferroviarios y camineros en Francia". — Revista de Economía Argentina año 1934, tomo 32, pág. 250.
- "Presentación de las empresas ferroviarias en Marzo 15 de 1934". — Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 32, pág. 257.
- "Respuesta de las empresas ferroviarias al presidente de la Comisión Especial de tarifas del Senado, Dr. Carlos Serrey". — Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 33, pág. 185.
- Ramos Mexía E.: "El riel, el camino y el trabajo". — Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 33, pág. 20.
- "Transportes por ferrocarril y transportes camineros" de la "Semana Financiera" Madrid, año XXII. N° 1117 en Revista de Economía Argentina, año 1934, tomo 33 pág. 90.
- Chenevier R.: "La coordinación del riel y del camino" en "L'Illustration" de Paris, Agosto 18 de 1934. — Rev. de Ec. Arg. año 1934, tomo 33, pág. 134.

- Bunge Octavio: "Los caminos y la coordinación de los medios de comunicación y transporte" en Revista de Economía Argentina, año 1929, tomo 23.
 - "Ley Nacional de carreteras" en "Tierra y Trabajo" Año 1 N° 7, Agosto 25 de 1932.
 - "Rebajas de tarifas" — Revista del F. C. S. año VI, N° 72, junio 1931.
 - Garbarini Islas Guillermo: "Los ferrocarriles y el transporte de la riqueza rural". — Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. Tomo VI entrega 1 octubre 1927.
 - Guaresti Juan José (h). "La coordinación de los transportes" en Rev. de Ciencias Económicas, Junio de 1935, pág. 525.
-

Notas Varias

CREACION DE LA DIVISION DE LA PRODUCCION TABACALERA

Decreto del P. E. Nacional, referente a su organización y funciones

Buenos Aires, Febrero 5 de 1937.

Siendo necesario organizar y determinar las funciones de la División de la Producción Tabacalera, creada por la Ley de Presupuesto dentro de la Dirección de Agricultura del Ministerio de Agricultura, y

CONSIDERANDO :

Que las deficiencias de la producción argentina de tabaco pueden atribuirse, en gran parte, a la calidad de algunas variedades nacionales, actualmente difundidas entre los agricultores;

Que a fin de racionalizar la producción de tabacos nacionales, es conveniente estudiar las cualidades de las diferentes variedades, los usos industriales de los tipos que se importan y efectuar las experiencias necesarias para difundir el cultivo de las variedades más aptas reclamadas por la industria;

Que los experimentos realizados hasta la fecha, demuestran la posibilidad de producir en regiones adecuadas para este cultivo, tipos de tabacos que la industria y el consumo exigen, con los consiguientes beneficios para la riqueza agraria nacional;

Que es conveniente proseguir e intensificar esos estudios experimentales en la región tabacalera del país, para adaptar a sus condiciones ecológicas el cultivo de las distintas variedades;

Que una acción bien orientada para el fomento de este cultivo, debe contemplar no solamente las necesidades de la industria, sino también asegurar mayores beneficios a los agricultores tabacaleros, a los cuales conviene proveer de semillas selectas de las variedades más apreciadas, facilitándoseles además las instrucciones sobre el cultivo, cosecha y conservación del tabaco;

Que la importancia de las funciones que está llamada a desarrollar la División de la Producción Tabacalera, surge del monto a que alcanzó la importación de tabacos en el año 1935, estimada en más

de 7.200.000 kilogramos, cuyo valor, en depósitos, se elevó aproximadamente a \$ 32.000.000 m/n. y del valor, comercial de la cosecha del año agrícola 1935/36, estimada en \$ 9.000.000 m/n.;

Que de las consideraciones expuestas surge la conveniencia de concentrar en un organismo directivo técnico-económico, la actividad del Estado para obtener una acción coordinada de los distintos factores concurrentes en la producción, industrialización y comercio del tabaco;

Por todo ello:

EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA

D e c r e t a :

Art. 1° — La División de la Producción Tabacalera, dependiente de la Dirección de Agricultura en el Departamento de Agricultura, tendrá a su cargo los servicios de experimentación, fomento y economía del cultivo, la estadística por tipos y la inspección sanitaria de importación y exportación de tabacos que establece el artículo 153 de la Ley N° 12.345.

Art. 2° — Para tales fines, la mencionada dependencia comprenderá dos Secciones:

- a) Sección de Experimentación y Fomento, que se encargará de las Estaciones Experimentales de Tabaco, del fomento de su cultivo y del asesoramiento técnico a los agricultores, comerciantes e industriales.
- b) Sección Económica, que tendrá a su cargo las investigaciones económicas y comerciales del producto y las estadísticas, por tipos comerciales, de la producción, industria y comercio del tabaco.

Art. 3° — La División de la Producción Tabacalera, tendrá las siguientes funciones:

- a) Determinará las zonas donde han de cultivarse las variedades que mejor se adapten a las condiciones ecológicas y económicas de la región;
- b) Organizará, para el correspondiente contralor técnico y comercial, el registro de productores de semillas de tabacos para la venta, así como el que corresponda al de entidades y particulares que introduzcan o exporten semillas y propondrá las normas a las que deberá ajustarse la entrada y salida de éstas;

- c) Tendrá a su cargo la estadística permanente de productores, comerciantes, industriales, intermediarios, importadores y exportadores de tabacos, para lo cual solicitará de las oficinas públicas (reparticiones nacionales, provinciales y municipales) y de los particulares, la cooperación que considere necesaria a fin de cumplir con tal finalidad;
- d) Podrá distribuir gratuitamente a los productores, semillas seleccionadas de tabaco;
- e) Realizará investigaciones para conocer las necesidades y características de los mercados de consumo;
- f) Reunirá antecedentes sobre la producción, comercialización e industrialización del tabaco;
- g) Organizará la propaganda destinada al conocimiento de los tabacos del país;
- h) Preparará las informaciones de interés público sobre producción y comercio del tabaco;
- i) Propenderá al mejoramiento de las prácticas de almacenaje, acondicionamiento y transporte del tabaco de producción argentina.

Art. 4° — El personal necesario para atender las necesidades de los servicios previstos por la Ley de Presupuesto en su artículo 153, deberá someterse a un examen de suficiencia de acuerdo a las reglamentaciones que establezca el departamento de Agricultura.

Art. 5° — Comuníquese, publíquese, dése al Registro Nacional y archívese.

(Firmado) **JUSTO**
„ M. A. CARCANO

DECRETO DEL P. E. NACIONAL REGLAMENTANDO LA EXPORTACION E IMPORTACION DE TABACO

Buenos Aires, Febrero 20 de 1937.

Habiéndose establecido por la Ley de Presupuesto vigente N° 12.345, artículo 153, una tasa de \$ 0,05 m/n, por kilogramo de tabaco en hoja o picadura que se importe o exporte, destinada a cubrir los gastos de inspección y certificación de los mismos, y

C O N S I D E R A N D O :

Que al efecto de realizar la inspección referida en debidas con-

ñiciones se hace necesario establecer los puertos por cuyas aduanas se permitirá la importación y exportación de tabaco en hoja y picadura;

Que de acuerdo a las estadísticas aduaneras este movimiento se realiza casi exclusivamente por los puertos de los grandes centros industriales;

Que es necesario establecer las normas a que se ajustará la referida inspección teniendo en cuenta las características aduaneras para el más fácil control y percepción de la tasa, sin que signifique un entorpecimiento al comercio importador y exportador;

Por todo ello,

EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA

D E C R E T A :

Art. 1º — La importación y exportación de tabaco en hoja y picadura se realizará exclusivamente por los puertos de Buenos Aires, Rosario, Santa Fe y Bahía Blanca.

Art. 2º — Las aduanas no permitirán la importación a plaza de ninguna partida de tabaco en hoja o picadura, sin la previa entrega, para su agregación a los demás documentos de despacho, del certificado de inspección otorgado por la División de la Producción Tabacalera de la Dirección de Agricultura, en el que se establezca que el producto se encuentra en buenas condiciones sanitarias, debiendo especificar además el detalle en kilogramo de los tipos comerciales y agregarse al mismo el original de la boleta en que conste haber efectuado en la Sucursal del Banco de la Nación Argentina de la localidad del embarque, el depósito del importe de la tasa, que deberá realizarse a la orden "Ministerio de Agricultura — Dirección de Administración" con transferencia a la cuenta corriente oficial de ese rubro en el Banco Central de la República Argentina, Casa Central.

Art. 3º — Para obtener dicho certificado los interesados pedirán a la División de la Producción Tabacalera la inspección respectiva, en formularios por duplicado que se entregarán gratuitamente por la misma, previa entrega del duplicado de la boleta de depósito mencionada en su artículo anterior. El original del formulario correspondiente al pedido de inspección se conservará en la División de la Producción Tabacalera y el duplicado se entregará al interesado conjuntamente con el certificado sanitario para su presentación a la Aduana.

Art. 4° — Las aduanas dejarán constancias en el parcial de pago de los documentos de despacho de haberse satisfecho el importe de la tasa, acompañando a cada parcial, al hacerse la rendición a la Contaduría General, el duplicado del pedido de inspección a que se refiere el artículo anterior.

Art. 5° — Para la exportación, los interesados pedirán la intervención de la División de la Producción Tabacalera en formularios especiales que se entregarán gratuitamente por duplicado. Las aduanas no permitirán el embarque sin previa presentación del certificado de inspección respectivo donde conste hallarse en buenas condiciones sanitarias y el detalle en kilogramos de los tipos comerciales de la partida, y una vez efectuada la exportación, los interesados presentarán a la Aduana para su certificación una copia en papel simple del Boleto de Exportación, donde conste la cantidad definitiva en kilogramos de tabaco exportado, con el cual cancelarán la cuenta abierta con respecto a ese embarque en la División de la Producción Tabacalera, acompañando la boleta de depósito de la Sucursal del Banco de la Nación Argentina de la localidad correspondiente al puerto de embarque por el importe de la tasa, en la cuenta a que se refiere el artículo segundo. La División de la Producción Tabacalera remitirá a la Aduana para los fines que corresponda, el duplicado del pedido de inspección, agregando la boleta de depósito correspondiente.

Art. 6° — Los importes recaudados hasta la fecha por las aduanas del país por este concepto, serán transferido por la Contaduría General de la Nación a la Dirección de Administración del Departamento de Agricultura.

Art. 7° — El Departamento de Agricultura reglamentará la mejor forma de realizar la inspección de la exportación establecida en el Art. 5°.

Art. 8° — El presente Decreto entrará en vigor el 1o. de Marzo próximo.

Art. 9° — El presente será refrendado por los señores Secretarios, Ministros de Agricultura y Hacienda.

Art. 10° — Tómese nota, comuníquese, publíquese, etc., y a sus efectos vuelva al Departamento de Agricultura.

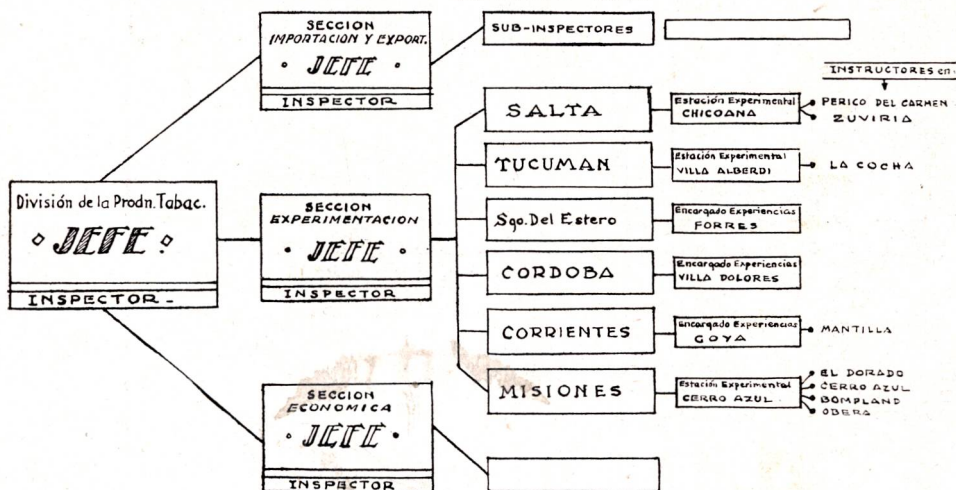
JUSTO. — M. A. CARCANO. — R. M. ORTIZ

ARTICULO 153 DE LA LEY N° 12.345. CREANDO UN GRAVAMEN SOBRE EL COMERCIO DEL TABACO

Créase una tasa de \$ 0.05 m/n. por kilo de tabaco en hoja y picadura que se importe o exporte, para responder a la inspección y certificación de su estado sanitario conforme a la reglamentación que dicte el Poder Ejecutivo, debiendo hacerse los análisis correspondientes por los laboratorios del Ministerio de Agricultura. Estos importes deberán ser depositados por adelantado por todos los importadores y exportadores de tabaco en hoja y picadura e ingresarán a la cuenta "Servicio sanitario Tabacalero".

DIVISION DE LA PRODUCCION TABACALERA

• Distribución Gráfica de sus dependencias técnicas y personal de las mismas •
MARZO 1937



MARZO 37

Colegio " Gral. José de San Martín "

INCORPORADO AL
Colegio Nacional "DOMINGO F. SARMIENTO"

•
Turnos: *MAÑANA y NOCHE*

•
DIRECTOR

SALVADOR G. PERALTA

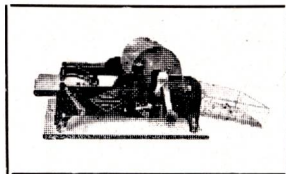
Profesor de Enseñanza Secundaria

•
ENSEÑANZA
PRIMARIA, SECUNDARIA, SUPERIOR E IDIOMAS EXTRANJEROS
CLASES ESPECIALES PARA APLAZADOS Y LIBRES
ABIERTA LA INSCRIPCION

•
SANTA FÉ 3227 Telef. 71 (Palermo) 8290 **BS. AIRES**

Salvi
MIMEOGRAFOS

SARMIENTO 324
UT. 33-Av. 3781
BUENOS AIRES



SEMILLAS
PLANTAS
PARQUES
JARDINES
APICULTURA



VIVEROS

EN

MORON

VICENTE PELUFFO & Cía.

Sdad. Resp. Ltda.

ALSINA 623

BUENOS AIRES

O. A. P. I. C.

Especialidad en trabajos
mimeográficos

Confección de Apuntes
Memorias, Folletos, etc.

25 DE MAYO 366
U. T. 31 - Retiro 5841

Editora de los apuntes del C.E.A

Precios convenientes

Señores Profesionales:

El Establecimiento Veterinario PAUL HERMANOS LTDA., les ofrece su amplia colaboración y pone a su disposición en condiciones ventajosas, su inmenso surtido de instrumentos, aparatos, sueros, vacunas, específicos y en general todo lo que tiene afinidad con la ganadería, avicultura y apicultura. Estamos como siempre a sus órdenes en

MAIPU 25 - Buenos Aires



Después de comer
OTARD-DUPUY
COGNAC



*No pida vermouth
pida*
CINZANO
Vermouth

DISPONIBLE