

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO ANALÍTICO DE LOS SUELOS

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HALL

POR ANIBAL L. GUASTAVINO

INTRODUCCIÓN

Pasando por alto el origen y formación de los suelos, recordemos, que de un modo general se los considera como una agrupación de cuatro elementos, arena, arcilla, calcáreo y humus.

Del conjunto de estos cuatro elementos se hacen depender las propiedades de los diversos suelos con las características que les imprime el predominio de uno o más de ellos. Se infiere de esto, que dependiendo en cierto grado las propiedades de un suelo de la presencia mayor o menor de los elementos que forman esta agrupación, el mejor conocimiento de las propiedades de cada uno de los componentes nos llevará a conocer lo más exactamente posible qué condiciones tendrá una tierra determinada.

Este conocimiento de la estructura del suelo, reveló que sus propiedades se hallan subordinadas muy especialmente a las dimensiones y forma de las partículas componentes y, atribuyéndole una importancia primordial a las dimensiones de las partículas, se ha considerado como insuficiente la clasificación, algo grosera, de los elementos are-

na y arcilla, y se ha tratado de hacer una división más completa de los lotes arenosos, valiéndose para ello de los análisis físicos o mecánicos.

Estas divisiones están formadas por la agrupación de partículas de diámetros determinados y sujeto cada grupo a una *denominación convencional*, a los efectos de su significación e interpretación.

Es mucha la importancia que tiene el conocimiento de la estructura íntima del suelo, o *textura* (que es el término usado para expresar las dimensiones de las partículas) porque nos enseñará a deducir algunos de los caracteres más importantes de una tierra, y muy especialmente los que se relacionan con el movimiento del agua, como asimismo, nos dará indicaciones muy útiles con respecto a las operaciones de labranza.

Como se verá más adelante, (aún cuando no discutamos ninguno de los problemas, muy complejos, a que puede dar lugar el conocimiento de la *textura* del suelo) consideraciones relativas a las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, pueden hacerse de la interpretación del análisis mecánico, y a las conclusiones de él sacadas, asignársele una importancia máxima, porque prácticamente pueden considerarse como invariables, pues los procesos, asaz lentos de la naturaleza, hacen que una arena o arcilla, por ejemplo, sean consideradas siempre como tales, salvo el caso de regiones cuyos relieves exagerados, con fuertes declives, que dan lugar a erosiones más o menos violentas y las aguas que pasan por allí, utilizadas en otros lugares para riegos, depositando las materias que llevan en suspensión, pueden en un plazo de tiempo, relativamente corto, llegar a cambiar la naturaleza física del suelo, hecho no desconocido para algunas tierras de provincias del Norte de nuestro país.

Por otra parte, la corrección de las tierras por incorporación a un suelo de condiciones determinadas, de porciones de otro de condiciones opuestas, no tiene mayor aplicación por resultar económicamente impracticables estas operaciones en cultivos no intensivos.

Estudiaremos, en seguida de estas consideraciones, muy ligeramente algunos caracteres de las fracciones separadas por el análisis mecánico.

CARACTERES FÍSICOS DE LAS PORCIONES SEPARADAS.

Con la variación de las dimensiones, las partículas que forman las porciones separadas presentan propiedades, especialmente físicas, que varían mucho, propiedades que son impartidas al suelo. De ahí que un análisis mecánico revelará el aspecto más o menos cierto de las condiciones del suelo y desde el punto de vista agrícola, podrá considerarse si puede o no, ser conducida una planta a buen término de crecimiento.

Es tal la influencia que tienen las dimensiones de las partículas que las propiedades de plasticidad y adhesión se las considera como consecuencia de sus diámetros.

Johnson y Blake ¹ comprueban la adquisición de estas propiedades triturando en un mortero Kaolinita con agua, y estudiando el suelo, imputan a un proceso similar, pero con la amplitud y persistencia que deben atribuirse a los agentes mecánicos en la formación de suelos, las formaciones de arcillas naturalmente plásticas. Y tan decisiva es considerada la influencia de la división de las partículas, que ha llevado a algunos autores ² a afirmar que "las propiedades características de la arcilla son debidas a la tenuidad y no a la naturaleza de las partículas que la componen".

Willians ³ pretende que el diámetro de las menores partículas de arcilla es de un milésimo de milímetro, siendo su forma la que se ve en las laminillas que adquieren continuo movimiento cuando se suspenden en el agua, y sostiene que la plasticidad de las arcillas es debida a estas pequeñas partículas.

Esta forma de consideración gana terreno rápidamente,

(1) "American Journal of Science", 2 de Ser., V. 43, p. 357.

(2) A. D. Hall et A. Demolen, "Le Sol en Agriculture", p. 60, 1906.

(3) Foreh, "Agr. Phys", vol. 18, p. 225, ff.

pero es probable que esta presunción no pueda sostenerse sino hasta cierto límite, porque, como sugiere Hilgard ¹ la plasticidad adhesiva de la arcilla no puede, en modo alguno, ser alcanzada igualmente por polvos finos de otras sustancias, puesto que la más persistente trituración con el agua para restablecer la plasticidad de la arcilla, no provee el agua de hidratación.

En cualquier caso, la propiedad de plasticidad y adhesión está restringida a las partículas que sedimentan, por lo menos, en un plazo de veinte y cuatro horas a través de una columna de doscientos milímetros de altura, aún cuando algunas son tan pequeñas que se mantienen en suspensión casi indefinidamente.

Estas partículas que forman la arcilla son plásticas y muy pegajosas amasadas en conjunto; se contraen mucho, con absorción considerable de calor, y con el agua evolucionan engrosando tan rápidamente como se contraen por el calor.

La parte más fina de la arcilla, que forma el grupo indefinido, conocido en el suelo con el nombre de coloides, a causa de su fineza de división (molecular compleja), tiene ciertas propiedades bien definidas, de las cuales *adsorción* y una elevada plasticidad y cohesión son las más importantes para el suelo.

Los limos, denominación dada a las porciones de separados formados por partículas de dimensiones mayores que la arcilla, entre ésta y la denominada arena, tienen las mismas cualidades, pero en grado mucho menor.

La presencia de estos elementos, en ciertas proporciones, en un suelo, imparte a éste, una *textura grave*, pesada, con una fuerte dificultad opuesta aún a lentos movimientos del agua y aire. Estos suelos son altamente plásticos, pero fácilmente pegajosos con mucha humedad, y duros, llenos de terrones, cuando están demasiado secos. Las expansiones o contracciones son considerables, humedeciéndose o secándose.

(1) E. W. Hilgard, "Soils", 1906.

La capacidad de retención del agua que tienen estos suelos, es muy elevada.

La arena y las gravas, por su tamaño funcionan como partículas separadas. No tienen plasticidad ni cohesión y en consecuencia muy poco influenciadas por los cambios de agua. Su capacidad para retener el agua es escasísima y debido al tamaño de las partículas los espacios entre sí son grandes, de donde el rápido pasaje del aire y agua.

El carácter de los suelos arenosos, (si así puede decirse) es abierto, poseyendo buen drenaje y aereación, y son sueltos, friables, por la misma condición de movilidad de las arenas.

CARACTERES MINERALÓGICOS.

Los caracteres mineralógicos que pueden presentar las varias porciones de separados obtenidos del análisis mecánico o físico de los suelos, son determinados por medio del análisis mineralógico.

Se tiende a dar una importancia creciente al análisis mineralógico del suelo, porque revela la composición de la roca que lo originó.

Para observar cómo caracterizan estos análisis la composición de los suelos, es interesante observar el siguiente cuadro:

CARACTERES MINERALÓGICOS DE LOS SUELOS ¹

SUELOS	MUESTRA Núm.	OTROS MINERALES FUERA DEL CUARZO	
		Arena	Limo
Residual.	12	15 %	21 %
Glacial y de loess .	6	12 „	15 „
Marino	4	5 „	8 „
Arido	3	37 „	42 „

(1) Mc. Caughey, W. G., and Willan, H. F., "The Microscopic Determination of Soil Forming Minerals", U. S. D. A., Bur. of Soils, Bul. 91, 1913.

Se observa inmediatamente que los limos contienen una gran cantidad de minerales que forman el suelo, aparte del cuarzo, lo que, por lo menos, revela manifiestamente una de las razones por la cual es tan durable la gran fertilidad de los suelos de textura fina.

Se ve igualmente el predominio del cuarzo en las arenas.

Es importante notar la diferencia en los distintos suelos, así, por ejemplo; los que contienen mayores cantidades de cuarzo, son los marinos, debido a los lavajes que soportan durante su formación. En las regiones áridas debido a la supresión de las acciones químicas de disgregación y a la actividad de los agentes físicos, los suelos contienen pequeñas cantidades de cuarzo libre.

La sílice en estos suelos está formada por silicatos muy complejos que contienen en gran proporción elementos importantes para el desarrollo de las plantas.

Se ve ya, qué importantes relaciones pueden establecerse de los datos que provee el análisis mecánico, y aún cuando no sean tan numerosos los datos apuntados en el cuadro que precede, la concordancia que presentan es tan notable, que hacen presumir que estas conclusiones no puedan ser evitadas.

CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO.

El análisis mineralógico de los suelos revelando la presencia más o menos elevada de minerales como, feldspatos, horblenda, mica y semejantes, en las varias porciones separadas en el análisis mecánico, hace sospechar que en estos grupos se encuentre una buena proporción de elementos alimenticios para las plantas. Es lo que trata de demostrar G. H. Failyer, y que de un modo general, los suelos de partículas finas son más ricos en fosfórico, potasa y cal que los de textura grosera, excepción hecha de la cal, en suelos provenientes de rocas o margas calcáreas.

Hall, ha corroborado esta opinión como puede verse en el cuadro de la página siguiente :

COMPOSICIÓN DE FRACCIONES DE SUELO ¹

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	O a C	Mg O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Arena gruesa (1-0,2 mm) . . .	93,9	1,6	1,2	0,4	0,5	0,8	0,05
Arena fina (0,2-0,04 mm) . . .	94,0	2,0	1,2	0,5	0,1	1,5	0,1
Limo (0,04-0,01 mm).	89,4	5,1	1,5	0,8	0,3	2,3	0,1
Limo fino (0,01-0,002 mm) . . .	74,2	13,2	5,1	1,6	0,3	4,2	0,2
Arcilla (menor que 0,002 mm). .	53,2	21,5	13,2	1,6	1,0	4,9	0,4

Es suficientemente demostrativo el cuadro que antecede para no atribuir mucha importancia al conocimiento de la constitución química de la fracciones separadas por medio del análisis mecánico.

ANÁLISIS MECÁNICO.

Se propone el análisis mecánico, en una serie de operaciones separar, agrupar y clasificar las partículas del suelo según sus dimensiones. Como los suelos están formados casi en su totalidad por arena, es sobre este elemento que se hacen las divisiones clasificándolas por orden de tamaño.

Se cumple esta separación de las partículas en sus dimensiones, en el análisis mecánico, por medio de uno de los siguientes métodos:

(1) Hall, A. D., and Russell, E. J., "Soil Surveys and Soil Analyses", Jour. -- Agr. Science, vol. IV, part. 2, p. 199, 1911.

MÉTODOS DE LEVIGACIÓN (1)	a) Por Sedimentación	Procedimiento de Davy	
		id	id Schübler
		id	id Sprengel
		id	id Kühn
		id	id Knopp
		id	id Schloesing
	b) Por Arrastre	Procedimiento de Schulze	
		id	id Benningen-Forder
		id	id Nobel
		id	id Schöne
		id	id Hilgard
		id	id Appiani
		id	id Kopecky
	c) Mixtos	Procedimiento de Fadajew-Willians	

Se ve en el cuadro que antecede que se hacen reposar los diversos métodos en dos principios, sedimentación y arrastre.

A la aplicación de tamices o cribas para el separado no se le debe atribuir mayor importancia por las imperfecciones de sus resultados. En los varios métodos de sedimentación y arrastre su concurso ha sido relegado a la separación de los elementos más groseros, es decir, sobre aquellos que no tienen mayor interés.

Usando del agua se tiene la separación más completa, basándose, ya sea en la clasificación de las partículas obtenidas por medio de corrientes sucesivas, cuyas veloci-

(1) Este cuadro se ha extractado de E. Ramann, Bodenkunde, 288-289. — Berlín, 1911. (Traduc. del Dr. E. H. Ducloux).

dades han sido perfectamente calculadas para desplazar partículas de dimensiones determinadas, o ya en el tiempo requerido para caer desde una altura dada o altura de caída en un tiempo dado.

Conocidos los principios en los que reposa el análisis mecánico, expongamos el que hemos utilizado para este trabajo.

MÉTODO DE HALL ¹

1º "10 gramos de tierra seca a la temperatura ordinaria, de diámetro inferior a 3 mm., se tratan con cien centímetros cúbicos de HCl N.5 (o mayor volumen) durante una hora; se filtra, se seca y se pesa. La pérdida da *humedad y materias solubles*".

2º "El residuo se lava con agua ligeramente amoniacal sobre un tamiz de cien mallas por pulgada inglesa, sobre un vaso que tiene marcas a diez centímetros,—8,5 centímetros y 7,5 centímetros de altura. El residuo seco se pasa a través de un tamiz de agujeros redondos de 0,001 m. de diámetro, quedando encima *gravas finas* y pasando *arena gruesa*".

3º "El contenido del vaso se agita y se comprime con una varilla con goma en la punta y se lleva el volumen hasta el trazo 8,5 centímetros, se espera veinte y cuatro horas y se decanta repitiendo la operación hasta que el líquido sea claro. Se seca y se pesa, se calcina y se pesa el extracto, obteniendo así *arcilla y humus soluble*".

4º "El residuo del vaso se lleva con agua hasta el trazo 10 centímetros, y se decanta después de cien segundos, repitiendo la operación hasta líquido claro. El residuo es la *arena fina*".

5º "La fracción decantada y depositada se trata en el vaso con agua hasta el trazo 7,5 centímetros, y después de doce y medio minutos se decanta repitiendo como antes. Queda como residuo el *limo* y en suspensión el *limo fino*".

(1) Esta descripción del método fué traducida por el Dr. Enrique H. Ducloux, de la obra de E. Ramann, *Bodenkunde*, Berlín, 1911.

Tiene este método, como base, el procedimiento de Schloesing y su facilidad de aplicación hacen de él un método al alcance de todos, pues no exige uso de aparatos especiales de difícil consecución.

Antes de indicar los resultados obtenidos para las muestras de tierra analizadas, creemos útil precisar forma y cuidados observados en la práctica de este método. Observamos para ello lo siguiente:

1º Después del ataque con HCl, al filtrar y lavar no debe pretenderse llevar el lavado más allá de una reacción ligeramente ácida, (como suele aconsejarse) ¹ porque al llegar a neutralidad se ponen de manifiesto las propiedades de los coloides del suelo (arcilla y orgánicos) pasando el filtro.

2º Cada vez que se lleva a volumen hasta el trozo 8,5 centímetros, agregar uno o uno y medio centímetros cúbicos de NH₃; proponiéndose con esto además de la disolución de la materia orgánica, mantener la arcilla en suspensión. El agua deberá ser destilada para evitar la presencia de sales que precipitarían la arcilla.

El dato correspondiente al limo fino, ha sido obtenido por pesada dejando depositar completamente, (para lo cual 24 o 36 horas, a lo sumo, fueron suficientes).

Las determinaciones correspondientes a arcilla y humus la hemos practicado evaporando volúmenes pequeños con relación al volumen total que los contenía, porque comprobamos que evaporando volúmenes de 50, 100, 200, 250, 500 y 1.000 centímetros cúbicos, se obtenían resultados comparables, hasta el punto de que algunos, después de evaporados y calcinados, referidos por el cálculo al volumen total nos dieron diferencias recién para la tercera cifra decimal.

Consignamos aquí, que para la determinación de arcilla y humus, se puede probar la variante a que se presta (3º) ²,

(1) A. D. Hall et A. Demolon, "Le Sol en Agriculture", p. 81 y siguiente. — Paris, 1906.

(2) Véase la descripción del método.

que es la aplicación del procedimiento de Schloesing, que consistiría en precipitar (a efectos de evitar las evaporaciones) ya sea separadamente arcilla con KCl y después de recogida ésta precipitar materia orgánica con un ácido (HCl o HNO_3), o ya arcilla y materia orgánica juntas, con HNO_3 , recogiendo y secando, pesando y en seguida, calcinar y pesar obteniendo por la diferencia de pesada la pérdida en humus.

Nos limitamos a considerar como probable esta variante porque la hemos practicado poco, sobre tres análisis solamente, y los resultados concordaban mucho para uno, en otro no difería mayormente, mientras que para el último la diferencia fué grande. Sin embargo, creemos que estas diferencias no deban imputarse a otra causa que a errores cometidos en el trabajo.

Damos a continuación los resultados obtenidos sobre cuarenta muestras de tierras analizadas:

FRACCIONAMIENTO	PROCEDENCIA Y NUMERO DE LA MUESTRA									
	Buenos Aires Obraje	Buenos Aires Bahía Blanca	Santa Fe San Lorenzo	Córdoba La Carlota	Córdoba La Carlota	Córdoba La Carlota	Córdoba La Carlota	Córdoba Unión	Córdoba Unión	J. Posse Córdoba
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Humedad y sustancia soluble . . .	9,46	2,83	5,46	3,18	3,06	3,60	2,96	5,21	3,06	4,56
Grava fina.		0,34	1,85	—	—	—	—	—	—	—
Arena gruesa.	27,62	26,28	12,89	3,77	5,83	4,51	1,56	2,16	0,68	1,02
Arena fina.	22,86	59,44	41,52	73,63	66,08	55,48	81,84	52,46	73,74	52,49
Limo grueso	14,52	5,10	23,14	7,90	12,59	17,82	7,72	19,20	10,06	23,77
Limo fino	21,35	5,91	14,05	9,49	10,56	11,76	4,66	17,76	11,16	15,32
Arcilla	5,07	1,51	3,39	2,55	3,69	3,55	1,28	2,48	2,11	3,66
Humus soluble.	2,14	0,50	1,40	1,76	1,15	4,57	1,41	2,80	1,76	2,11
	103,02	101,91	103,70	102,28	102,96	101,29	101,43	102,07	102,57	102,90

FRACIONAMIENTO	PROCEDENCIA Y NUMERO DE LA MUESTRA									
	Entre Rios 11	Tucuman Cruceiros 12	Tucuman Chichigasta 13	Tucuman Buenos Aires 14	Tucuman Rio Chico 15	Tucuman Rio Chico 16	Tucuman Chichigasta 17	Tucuman Cruceiros 18	Tucuman Cruceiros 19	Mendoza Tunuyan 20
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Humedad y sustancia soluble . . .	4,56	3,46	3,45	4,18	2,34	2,02	3,91	5,10	2,60	4,23
Grava fina.	—	—	0,57	0,53	—	10,11	—	—	1,49	—
Arena gruesa.	7,18	6,43	16,91	10,81	5,93	34,01	5,55	12,38	26,45	16,50
Arena fina.	45,13	36,77	42,98	46,30	60,16	32,92	38,41	46,99	45,11	56,49
Limo grueso	27,09	26,05	17,20	23,10	18,85	13,87	22,29	20,46	15,00	14,90
Limo fino	13,14	22,11	15,25	12,57	10,24	5,86	24,89	13,84	7,33	6,04
Arcilla	3,63	5,51	4,60	3,31	3,12	1,53	3,50	1,96	2,38	2,40
Humus soluble	2,82	3,18	1,12	2,37	3,06	0,73	2,52	1,49	2,01	2,56
	103,55	103,51	102,08	103,17	103,70	100,87	101,07	102,22	102,37	103,12

FRACCIONAMIENTO	PROCEDENCIA Y NUMERO DE LA MUESTRA									
	Mendoza	Tunuyan	San Juan	Anzaco Sud	San Juan	Anzaco Sud	San Luis	Pedernera	S. del Estero	Choyas
	41	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Humedad y substancias solubles	3,19	4,60	7,40	1,71	4,51	1,64	9,95	5,75	1,27	3,14
Grava fina	—	—	—	—	—	20,71	—	—	3,91	4,65
Arena gruesa.	10,08	—	—	39,74	4,20	44,47	3,85	3,37	86,46	43,33
Arena fina	68,33	69,88	5,26	55,47	56,72	21,99	35,05	13,52	4,32	36,86
Limo grueso	11,76	11,35	8,47	1,63	27,39	6,80	15,40	4,66	1,07	6,09
Limo fino	3,42	10,99	61,11	0,58	5,87	2,81	20,40	18,82	0,65	5,22
Arcilla	1,56	6,14	21,46	0,70	1,34	2,38	14,85	51,36	0,78	1,11
Humus soluble	0,98	0,65	0,24	0,71	1,06	1,50	4,33	5,45	0,63	0,28
	99,32	103,61	103,94	100,54	101,09	102,30	103,83	102,93	99,09	100,68

PROCEDENCIA Y NUMERO DE LA MUESTRA										
FRACCIONAMIENTO	La Plata F. de Agron. E. Exp. A.	La Plata F. de Agron. E. Exp. B.	La Plata F. de Agron. E. Exp. E.	La Plata F. de Agron. E. Exp. D.	Córdoba Río IV Num. 1	Córdoba Río IV Num. 2	Córdoba Río IV Num. 3	Córdoba Río IV Num. 4	Córdoba Río IV Num. 5	La Zambora de Catalina A.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Humedad y sustancia soluble	4,20	5,09	4,11	4,82	7,07	4,52	6,87	3,71	4,46	8,89
Grava fina.										
Arena gruesa.	1,59	1,77	2,01	2,46	1,67	0,92	2,15	1,79	2,25	4,60
Arena fina.	33,82	31,16	33,83	26,29	84,11	88,66	64,42	57,72	72,54	28,40
Limo grueso	29,10	30,18	24,35	29,09	4,85	4,20	17,96	18,62	9,61	26,39
Limo fino.	27,06	28,13	32,00	33,87	1,91	2,35	8,10	15,70	8,96	28,24
Arcilla	4,53	4,02	4,01	3,50	0,90	0,67	1,30	3,07	1,86	5,53
Humus soluble	2,40	1,88	1,65	1,84	0,41	0,55	1,43	1,58	0,71	3,51
	102,70	102,23	101,96	101,97	100,92	101,87	102,23	102,19	100,39	105,56

Observando los resultados se ve inmediatamente que en casi todos la suma de las partes excede de cien. Aún cuando esto es común para esta clase de análisis, expresamos la creencia de que una de las causas que influyen en este aumento, es el hecho de que las diversas fracciones separadas una vez desecadas se comportan como sustancias higroscópicas absorbiendo la humedad ambiente con el consiguiente aumento de peso. Se nota además que este exceso es más acentuado para las muestras de tierra, cuyas porciones de elementos finos son mayores.

Algunas muestras que apenas acusan este aumento sobre cien, están formadas en su totalidad por elementos groseros y otras casi desprovistas de elementos finos, no alcanzan esa cifra.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

(INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS)

Las cifras obtenidas de un análisis tienen gran valor porque susceptibles de una interpretación conveniente, nos darán un conocimiento más o menos exacto de las propiedades de una tierra.

Interpretando resultados se llega a agrupar y ordenar las tierras capaces de interpretaciones análogas, o casi, y clasificarlas. De modo que, *clasificación*, es el término que relaciona un suelo a la textura o dimensiones de sus partículas.

Las clases de suelos difieren por el conjunto de separados que sabemos están formados por partículas de diferentes dimensiones.

Como al clasificar un suelo no se propone simplemente indicar cuál es la textura de su cubierta, sino que se desea además, revelar las propiedades generales y aún propias, particulares del mismo, se ha convenido en denominarlos con nombres que tienen su origen a través de largos años de prácticas agrícolas, hasta encerrarlos en un marco y agruparlos con una nomenclatura definida

Empleando en el análisis los mismos nombres que en la práctica para denominar los varios separados, los términos usados en la clasificación son los mismos.

Se usan por lo general dos nombres, según los elementos dominantes, por ejemplo: tierra *limo-arcillosa*, *arcillo-arenosa*, etc. Igualmente se extienden a tres denominaciones, *limo-arcillo-arenosa*, *areno-limo-arcillosa*, etc.

Conocidas ya las propiedades de cada una de las porciones separadas, la denominación de una tierra nos dirá del predominio de tales elementos y consiguientemente algunas de sus características más notables. Así, una tierra que clasificamos como *limo-arcillo-arenosa*, o como *limo-areno-arcillosa*, es una tierra con abundantes elementos finos y asociando a esta idea qué propiedades imprimen los elementos finos al suelo, decimos tratarse de un suelo de consistencia fuerte que presenta alguna dificultad para las labranzas, etc.

No podemos en un ensayo como este decir con toda precisión qué condiciones tiene un suelo de acuerdo a las cifras proveídas por el análisis mecánico; para ello es necesario mucho tiempo de observación y muchos análisis para igualar interpretaciones. Sin embargo, observando los resultados obtenidos en nuestros análisis consideramos de un modo general, que manteniéndose los limos por sobre la proporción de un 30 % nos encontramos en presencia de tierras fuertes. A medida que el porcentaje citado para los limos descende, las tierras son de más en más ligeras, sueltas, salvo el caso en que a proporciones poco elevadas de limos va unida una fuerte proporción de arcilla y relativamente poca arena.

A efectos de poder comparar resultados damos a continuación los resultados que se han obtenido con la aplicación del análisis físico químico de Schloesing a las diez últimas muestras de tierra, es decir, desde la muestra número 31 al 40 ¹.

(1) Estos análisis han sido hechos por el Ing. Alejandro Botto, quién me los facilitó.

PROCEDENCIA Y NUMERO DE LA MUESTRA										
FRACCIONAMIENTO	La Plata F. de Agron. E. Exp. A	La Plata F. de Agron. E. Exp. B	La Plata F. de Agron. E. Exp. C	La Plata F. de Agron. E. Exp. D	Córdoba Río IV 1	Córdoba Río IV 2	Córdoba Río IV 3	Córdoba Río IV 4	Córdoba Río IV 5	L. de Zamora E. S. Catalina A
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Humedad.	3,160	3,422	3,300	3,830	3,230	2,454	7,320	3,216	3,390	7,430
Arena gruesa.	26,780	21,430	13,510	21,390	63,206	76,440	39,910	39,444	49,210	20,605
Calc. de la arena gruesa.	0,017	0,021	0,011	0,011	1,277	0,526	0,258	0,047	0,168	0,036
M. Org. " " "	0,150	0,110	0,095	0,170	0,654	0,890	0,370	0,413	0,660	0,240
Arena fina.	48,590	53,196	62,050	51,100	12,400	7,940	31,175	41,130	31,165	47,385
Calc. de la arena fina.	0,258	0,286	0,239	0,268	1,898	0,734	0,363	0,259	0,302	0,589
M. org. " " "	1,600	1,890	2,060	2,130	1,470	0,790	3,145	2,920	1,030	2,770
Arcilla.	14,993	17,886	14,894	16,577	7,414	5,449	10,098	8,046	10,384	15,446
Humus.	1,507	1,584	1,139	1,863	1,415	1,225	2,060	2,760	0,990	2,594
	97,055	999,15	97,298	97,339	92,964	96,448	95,599	98,235	97,299	97,115

Haciendo un ligero examen de estos datos y de acuerdo a la interpretación del análisis de Schloesing pueden considerarse las tierras números 31, 32, 33, 34 y 40, como fuertes y las restantes como arenosas, sueltas.

Interpretando los datos obtenidos para las mismas tierras con la aplicación del método de Hall, se ve qué concordancia puede haber en las interpretaciones, pues clasificadas según los resultados como, *limo-areno-arcillosas* unas, y otras *arenosas*, (de las cuales la número 38 *areno-limosa*) nos encontramos en presencia de tierras fuertes y sueltas respectivamente.

Es interesante recordar que Hall y Russell ¹ basados en observaciones prácticas y tratando de ver qué cultivos se adaptan a suelos de determinadas cualidades mecánicas, indican para el cultivo del trigo tipos de suelos cuyos resultados analíticos concuerdan mucho con los de las muestras números 31, 32, 33 y 34. Corresponden esas muestras a las tierras A, B, C y D, de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, donde se ha comprobado que esas tierras son efectivamente aptas para el cultivo del trigo.

Damos a continuación las indicaciones relativas a las muestras analizadas agregando al final la denominación que para clasificarlas nos sugieren los datos analíticos ².

CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS ANALIZADAS (SUELOS).

Núm. 1 " Provincia de Buenos Aires, General Maderia, Departamento Obraje, propiedad, Guillermo Martínez e Ituño; altitud del terreno alto; campo, desmontado y arado; espesor del suelo, 0,30 centímetros; profundidad de la primera napa, tres metros cincuenta centímetros a nueve

(1) Hall, A. D.: and Russell, E. J., "Soil Surveys and Soil Analyses", Jour. Agr. Science, V. IV, part. 2, p. 207, 1911.

(2) Las muestras de tierra han sido remitidas al Museo con las indicaciones entre comillas que se anotan, por la "Dirección General de Minas, Geología e Hidrología".

Revista de la Facultad de Agronomía

metros sesenta centímetros; agua de pozo, salobre". *Areno-limo-arcilloso*.

Núm. 2 "Provincia de Buenos Aires, Estación Ombucta, distrito de Bahía Blanca, propiedad, Alberto Lelvir; altura sobre el nivel del mar, 15 m.; altura del terreno, alto; campo, virgen y cultivado; pastos que predominan, gramilla; número de años que se cultiva, cinco; plantas cultivadas, pinos y cipreses; espesor del suelo, 0,80 m.; profundidad de la primera napa, 5 m. a 8 m.; aguas de pozos, salobres; observaciones, suelo arenoso". *Arenoso*. (Color blanquecino).

Núm. 3 "Provincia de Santa Fe, Arsenal de Puerto Borghi, Departamento San Lorenzo, propiedad, Arsenal Regional del Litoral; altura sobre nivel del mar, 17,90 m.; altura del terreno, alto; campo, virgen; pasto que predomina, gramilla; plantas cultivadas, paraísos, eucaliptos y algunos frutales; espesor del suelo, 1,50 m.; profundidad de la primera napa, 18 m.; agua de pozo, dulce". *Areno-limo-arcilloso*.

Núm. 4 "Provincia de Córdoba, Departamento La Carlota, Juárez Célman, propiedad, Matías Krausquín; altura sobre el nivel del mar, 171,77 m.; terreno alto, horizontal, cultivado con alfalfa; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa 3,20 m. a 9,60 m.; naturaleza de las aguas, salobres". *Arenosa*.

Núm. 5 "Idem, ídem. Altura sobre el nivel del mar, 170,23 m.; terreno alto, horizontal; campo cultivado con alfalfa; número de años que se cultiva, siete; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa 4 m.; aguas de pozo, salobres". *Areno-limoso*.

Núm. 6 "Idem, ídem. Altura sobre el nivel del mar, 171,77 m.; terreno alto, horizontal; campo cultivado con alfalfa; número de años que se cultiva, siete; profundidad de la primera napa, 5,40 m. a 6 m.; agua de pozo, salobre". *Areno-limosa*.

Núm. 7 "Idem, ídem. Terreno alto, horizontal; campo cultivado con alfalfa; número de años que se cultiva, ocho; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa, 5 m. a 11,40 m.; aguas de pozo salobres". *Arenoso*.

Núm. 8 " Provincia de Córdoba, Idiazabal, Departamento Unión, distrito Ballesteros, propiedad Felipe Harilaos; terreno bajo, en pendiente hacia el sud; campo virgen; espesor del suelo 0,50 m.; profundidad de la primera napa, 3,50 m.; aguas de pozo, primera dulce y segunda salada ". *Areno-limoso*.

Núm. 9 " Idem, ídem. Departamento Unión, Distrito Salas, propiedad Francisco Meeks; altura sobre el nivel del mar, 128,13 m.; terreno alto, horizontal, cultivado con trigo; número de años que se cultiva, siete y ocho; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa, 2,50 m.; aguas, saladas ". *Arenoso*. (Color blanquecino).

Núm. 10. " Idem, ídem. Departamento Justiniano Passo, propiedad Justiniani Posse; altura sobre el nivel del mar, 331,83 m.; terreno bajo, horizontal; campo virgen; pasto que predomina. gramíneas; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa, 7,50 m.; agua, salada ". *Areno-limoso*.

Núm. 11 " Provincia de Entre Ríos, Gualaguay, Distrito Ciudad; propiedad Municipalidad; altura sobre el nivel del mar, 10,63 m.; terreno alto, algo inclinado hacia el Sud; cultivado con alfalfa; espesor del suelo, 0,45 m.; profundidad de la primera napa, 7 m.; aguas dulces buenas ". *Areno-limoso*.

Núm. 12 " Provincia de Tucumán, Departamento Graneros, Distrito San José de la Cocha; propiedad Gobierno de Tucumán; altura sobre el nivel del mar, 435 m.; terreno alto, inclinado al naciente, cultivado con naranjos; número de años que se cultiva, dos; regado; espesor del suelo, 0,50 m.; profundidad de la primera napa, 63 m.; aguas dulces ". *Limo-areno-arcilloso*.

Núm. 13 " Provincia de Tucumán, Distrito Concepción; propiedad Gobierno de Tucumán; altura sobre el nivel del mar, 361,50; terreno alto, inclinado hacia el Nord Oeste; campo cultivado con naranjos y alfalfa; número de años que se cultiva, quince, regado; espesor del suelo, 0,80 m.; profundidad de la primera napa, 4,50 m.; Agua dulce ". *Areno-limo-arenoso*.

Núm. 14 "Idem, ídem. Departamento Burruyacú (Est. Gober. Garmendia), Dtro. 1°; propiedad Barguet Hnos.; altura del suelo sobre el nivel del mar, 390 m.; terreno alto, horizontal; campo virgen; pastos que produce, camalote y pasto crespo; espesor del suelo, 0,60 m.; profundidad de la primera napa, 72,50 m.; aguas dulces; observaciones, se empieza a cultivar naranjos". *Areno-limoso*.

Núm. 15 "Idem, ídem. Departamento Río Chico; Distrito núm. 1; propiedad de la Municipalidad; altura del suelo sobre el nivel del mar, 364,19 m.; terreno bajo, inclinado al naciente; espesor del suelo, 1,40 m.; profundidad de la primera napa, 5 m.; aguas dulces". *Areno-limoso*.

Núm. 16. Idem, ídem. Departamento de Río Chico, Distrito 2°; propiedad de la Municipalidad; altura del suelo sobre el nivel del mar, 363 m.; terreno alto, inclinado al naciente; campo cultivado con naranjos; número de años que se cultiva, veinticinco; regado; espesor del suelo, 0,50 m.; profundidad de la primera napa, 10,65 m.; aguas dulces; observaciones, plaza pública". *Arenoso*.

Núm. 17. "Idem, ídem. Departamento Chicligasta, Distrito 2°; propiedad de la Compañía Azucarera (Medinas); altura del suelo al nivel del mar, 343 m.; terreno bajo, poco inclinado al naciente; campo cultivado; número de años que se cultiva, treinta; caña de azúcar; regado; espesor del suelo, 0,50 m.; profundidad de la primera napa, 2 m., 5 m. y 3 m.; agua, la primera salada, la segunda dulce". *Limo-areno-arcillosa*.

Núm. 18 "Idem, ídem. Departamento de Graneros, Distrito Arholes Grandes; propiedad de Estancia Albornoz; terreno alto, inclinado de Oeste a Este; campo de pastoreo, virgen y cultivado; número de años que se cultiva, cincuenta; maíz, cactus, zapallos; espesor del suelo, 1,20 m.; profundidad de la primera napa, 11 m.; aguas, claras y amargas". *Areno-limoso* (color blanquecino).

Núm. 19 "Idem, ídem. Departamento de Graneros, Distrito 2°; propiedad de M. Olivera; altura del suelo sobre el nivel del mar, 420 m.; terreno anegadizo, inclinado hacia el Nord Este; campo sin cultivar en parte, cultivado en

otra; plantas cultivadas, algarrobo, cevil, tala, etc.; espesor del suelo, 0,30 m.; profundidad de la primera napa, 66 m.; aguas dulces; observaciones, agregar a cultivos, caña, maíz y tabaco". *Arenoso*.

Núm. 20 "Provincia de Mendoza, Departamento Tunuyan, Distrito idem; propiedad de Elías Videla; altura sobre el nivel del mar, 864 m.; terreno alto, inclinado de Oeste a Este; campo cultivado con alfalfa; número de años que se cultiva, cincuenta; espesor del suelo, 3,70 m.; profundidad de la primera napa, 16 m.; aguas dulces". *Arenoso*. (Primera perforación).

Núm. 21 "Idem, ídem. Segunda perforación". *Arenoso*.

Núm. 22 "Provincia de San Juan, Departamento Angaco Sud; propiedad Estación Experimental Andina; terreno inclinado sobre el Norte; campo virgen; predominan, pastos salados, cillo, escobas y retortijón; espesor del suelo, 0,18 m.; aguas de pozo, saladas; primera perforación". *Areno-limo-arcilloso*.

Núm. 23 "Idem, ídem. Espesor del suelo, 0,25 m.; segunda perforación". *Liuo-arcilloso* (color blanco, semejan-do tierra de caminos muy gredosa).

Núm. 24 "Provincia de San Luis, Departamento Peder-nera, Distrito Buena Esperanza; propiedad de Enrique Green; altura sobre el nivel del mar, 317,90 m.; terreno alto, ligeramente inclinado al Sud Oeste; campo alfalfado. Se cultivan forestales, ocho años; espesor del suelo, 7,40 m.; profundidad de la primera napa, 5 m., encontrándose la cuatro años antes a 2 m.; aguas de pozo, dulces". *Arenoso*.

Núm. 25 "Provincia de Santiago del Estero, Departamento Choya, Distrito Villa Unzaga; propiedad del Estado; altura sobre el nivel del mar, 324,28 m.; terreno bajo, inclinado al Oeste; espesor del suelo, 0,24 m.; profundidad de la primera napa, 36 m. y más; aguas dulces". *Areno-limoso*.

Núm. 26 "Provincia de Catamarca, Departamento Andalgala, Distrito Huaco, propiedad Comuna; altura sobre el nivel del mar, 1000 m.; terreno bajo, ligeramente inclinado al Sud; campo virgen y cultivado; plantas cultiva-

das, viñas, verduras, frutales y cereales; espesor del suelo. 1 m.; profundidad de la primera napa, 197 m.; Aguas, poco salobres; suelo de descomposición de las rocas graníticas". *Arenoso*. (Presencia de gijarros, gravas gruesas más o menos abundante).

Núm. 27 "Gobernación de Río Negro, Departamento General Roca, Distrito Allen. Terreno alto, planicie entre dos sierras con inclinación hacia el Este; campo virgen; montes de jarilla; espesor del suelo 0. m. 21. Observaciones: Colinas con cantos rodados en la superficie y en muchas partes se encuentra yeso cristalizado". *Limo-arcilloso*. (Color blanco).

Núm. 28 "Gobernación de Misiones, Azara, propiedad fiscal. Terreno alto, campo virgen con pastos secos y duros predominando el espartillo; espesor del suelo, 6 m. 20, profundidad de la primera napa, 6 m. 50, a 10 m.; aguas de pozo, dulces". *Arcilloso*. (Color colorado).

Núm. 29 "Gobernación del Neuquen, Plaza Huincul, (Challaco, F. C. S.), propiedad fiscal. Terreno alto, campo virgen, con poco pasto y duro; profundidad de la primera napa, 0,80 m.; agua de pozo, buena, potable". *Arenoso*.

Núm. 30 "Gobernación del Chubut, Puerto Madryn, propiedad del Puerto Argentina Limitada; altura sobre el nivel del mar, 6 m. Terrenp alto, campo virgen, solares del pueblo; espesor del suelo, 1 m. 50.; profundidad de la primera napa, 7 u 8 m; agua de pozo salobres. Observaciones: El espesor del suelo variable". *Arenoso*. (Color blanco).

Núm. 31 "Provincia de Buenos Aires, La Plata, Facultad de Agronomía, Extación Experimental (Tierra A)". *Limo-areno-arcilloso*.

Núm. 32 "Idem, ídem. (Tierra B)". *Limo-areno-arcilloso*.

Núm. 33 "Idem, ídem. (Tierra C)". *Limo-areno-arcilloso*.

Núm. 34 "Idem, ídem. (Tierra D)". *Limo-areno-arcilloso*.

Núm. 35 "Provincia de Córdoba, Departamento Río IV. propiedad Claudio Websten. (Muestra núm. 1)". *Arenoso*.

Núm. 36 "Idem, ídem. (Muestra núm. 2)". *Arenoso*.

Núm. 37 "Idem, ídem. (Muertra núm. 3)". *Areno-limoso*.

Núm. 38 "Idem, ídem. (Muertra núm. 4)". *Areno-limoso*.

Núm. 39 "Idem. ídem. (Muestra núm. 5)". *Arenoso.*

Núm. 40 "Provincia de Buenos Aires. Partido Lomas de Zamora, propiedad Escuela de Agricultura de Santa Catalina (Muestra de suelo A., Agosto 1918)". *Limo-areno-arcilloso.*

DIMENSIONES DE LAS PARTÍCULAS

Considerando el análisis mecánico casi exclusivamente, dimensiones de las partículas, complementamos este trabajo con algunas medidas obtenidas para las muestras de nuestros análisis. Estas observaciones microscópicas fueron hechas por el doctor Enrique Herrero Ducloux y las cifras encontradas son las siguientes:

Grava fina mm.		Arena gruesa mm.		Arena fina mm.	
2,5	4,0	0,24	0,30	0,05	0,06
2,0	4,0	0,25	0,31	0,06	0,05
1,5	2,5	0,40	0,28	0,05	0,08
1,5	3,0	0,26	0,23	0,05	0,06
2,0	1,5	0,30	0,30	0,05	0,08
2,5	3,0	0,28	0,28	0,10	0,05
2,0	1,5	0,25	0,29	0,08	0,06
1,5	3,0	0,26	0,30	0,06	0,07
2,4	2,5	0,27	0,35	0,15	0,09
		0,25	0,23	0,15	0,18

Cuanto a los limos puede observarse en los dibujos a continuación que si se reducen a sus dimensiones reales concuerdan con las convenidas para sus denominaciones. Si algunas exceden lo atribuimos al hecho de que las observaciones fueron hechas sobre partículas no calcinadas, sino simplemente desecadas, por creer que los resultados obtenidos así son más ciertos por aproximarse más a la forma cómo actúan las partículas del suelo.

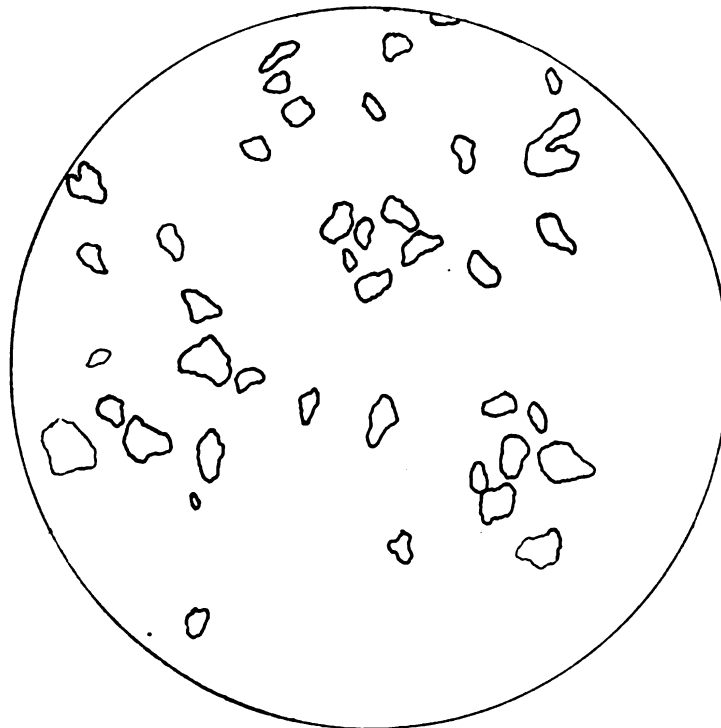
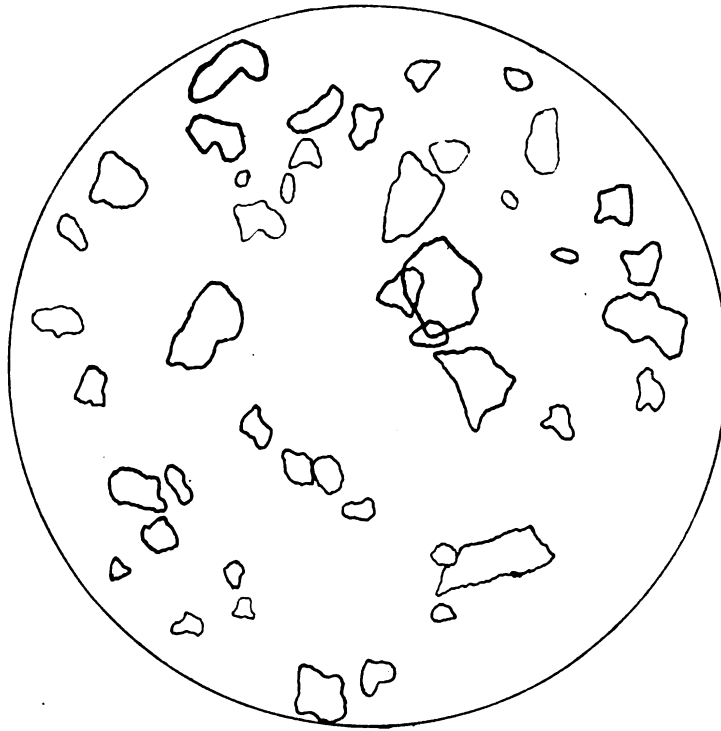
(Véanse las observaciones microscópicas).

FRACCIONES DE TIERRAS A LA CÁMARA CLARA

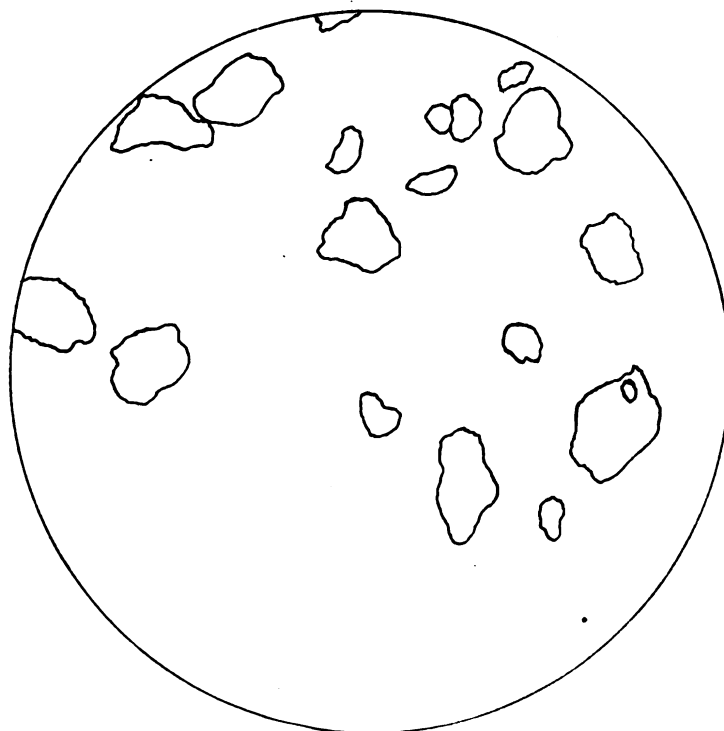
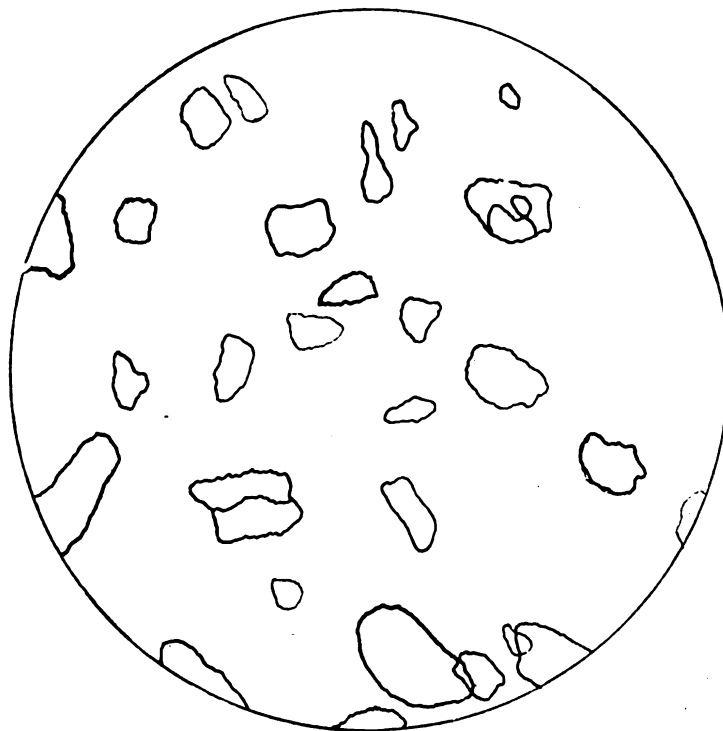
AUMENTOS

Objetivo 7.	1	mm. en dibujo	=	0,00185	mm. reales		
„ 6.	1	„ „ „	=	0,00232	„ „		
„ 3.	1	„ „ „	=	0,01030	„ „		
„ 1.	1	„ „ „	=	0,03775	„ „		

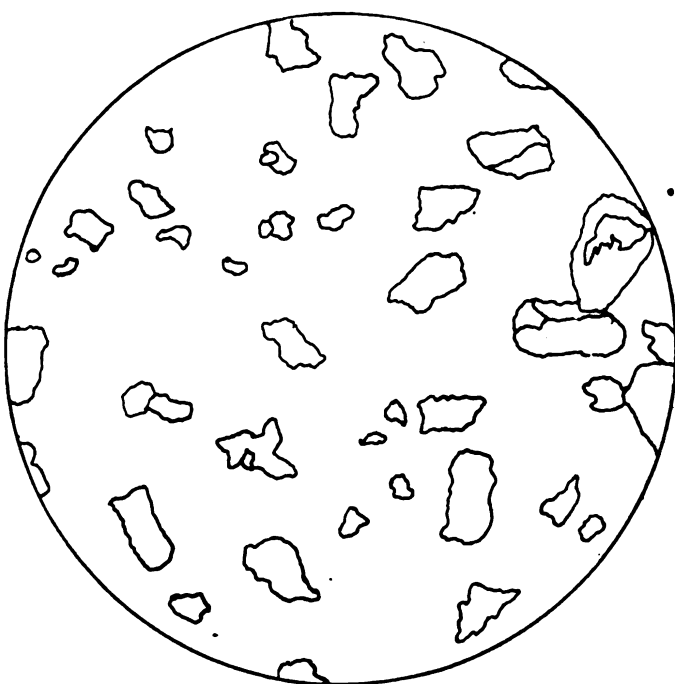
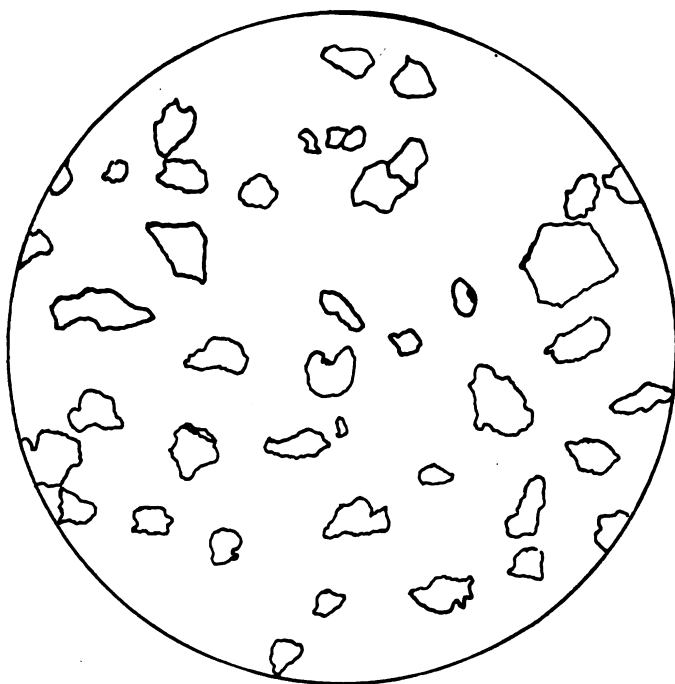
ARENA FINA. — (obj: 3)



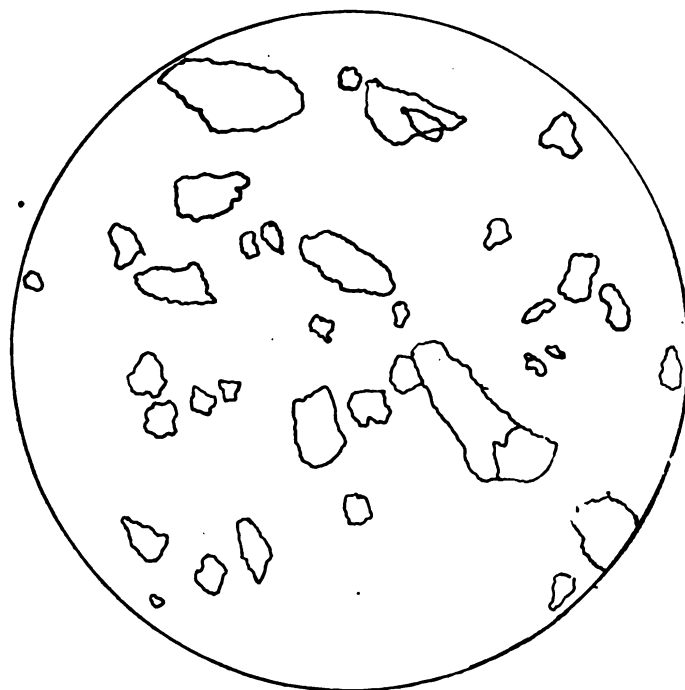
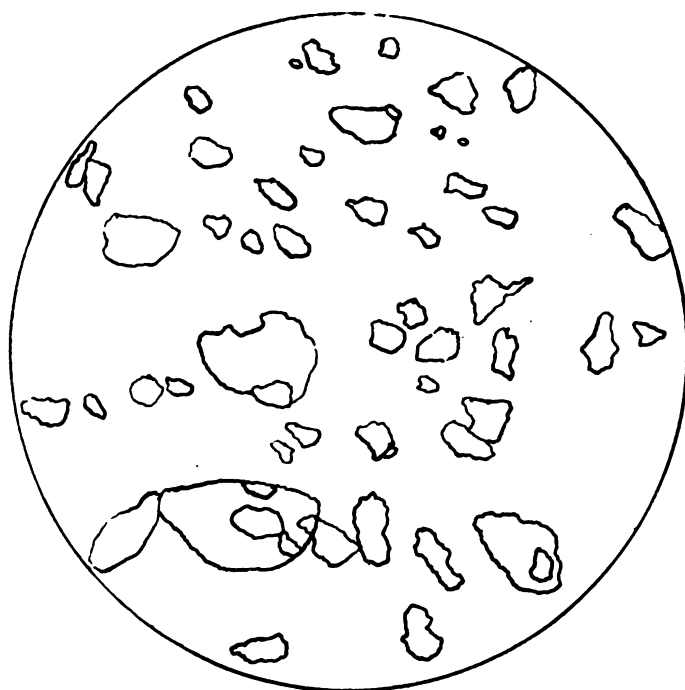
ARENA FINA (obj: 3)



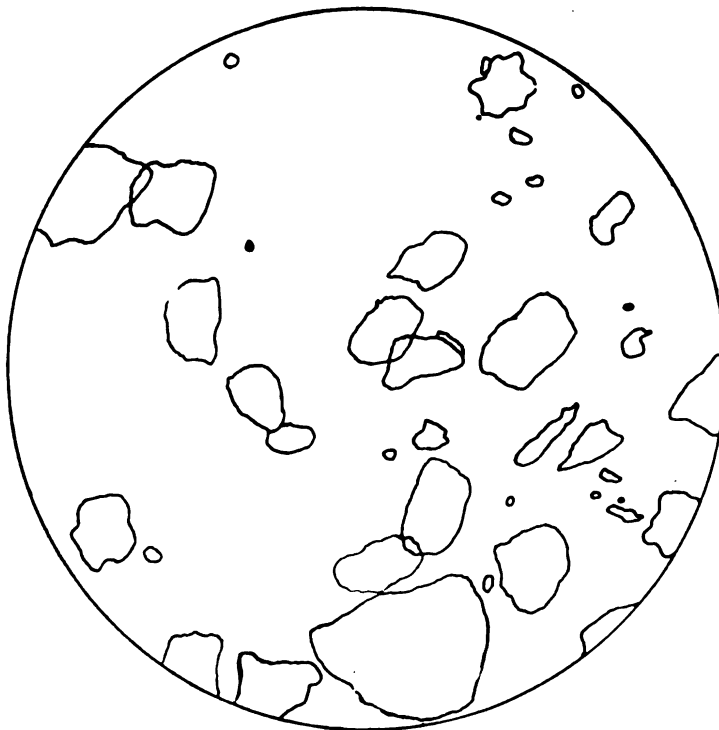
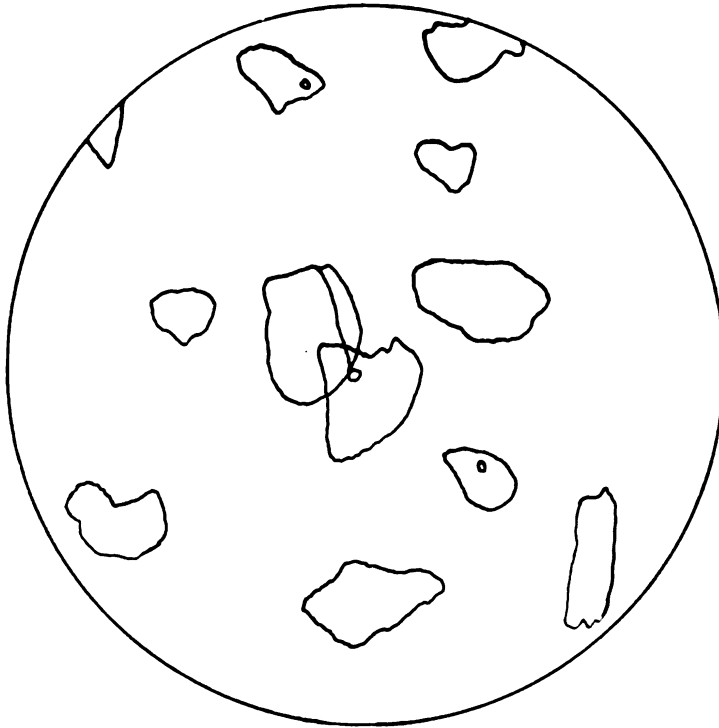
ARENA FINA (obj: 3)



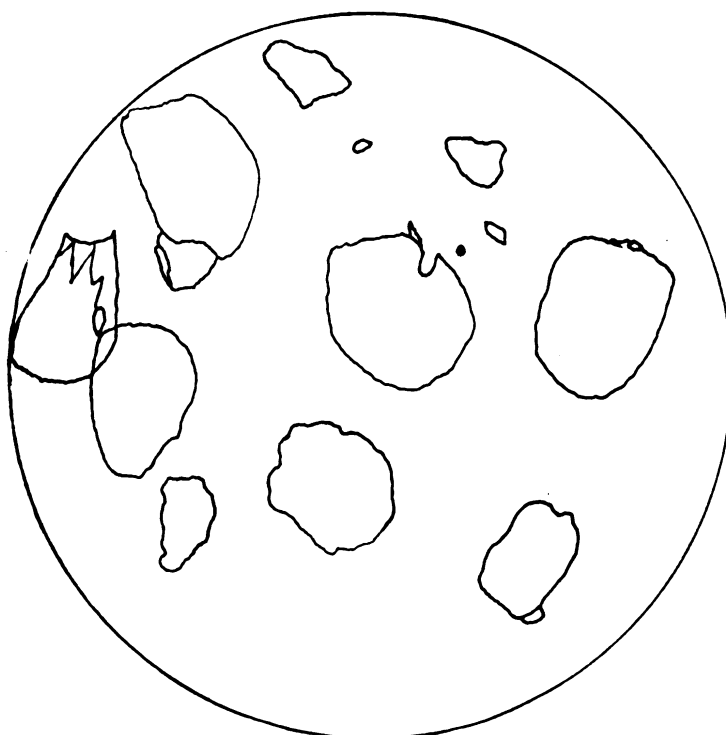
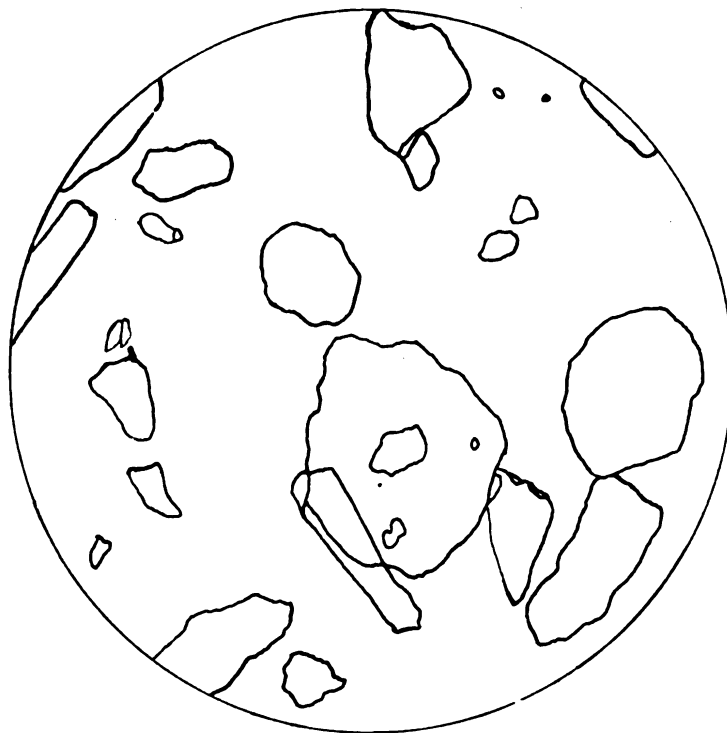
ARENA FINA (obj: 3)



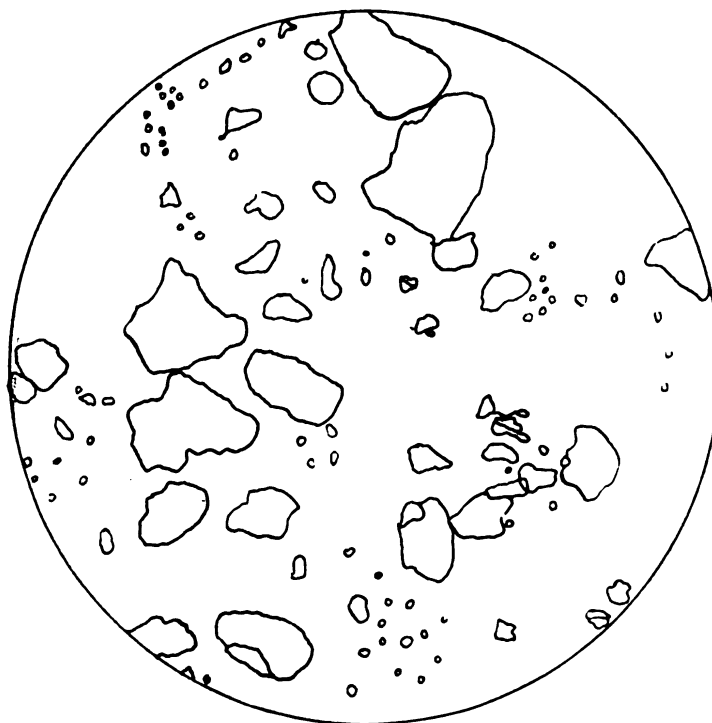
LIMO GRUESO (obj: 6)



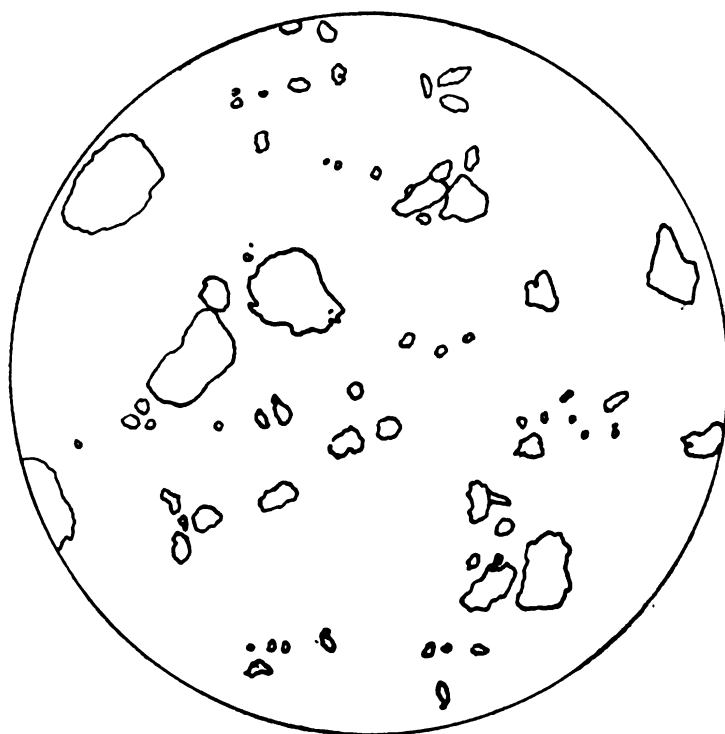
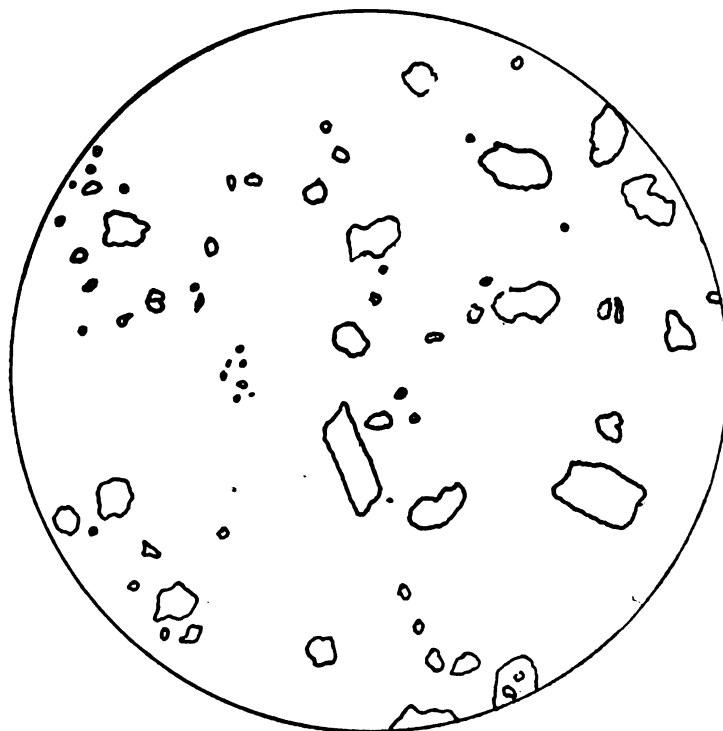
LIMO GRUESO (obj: 6)



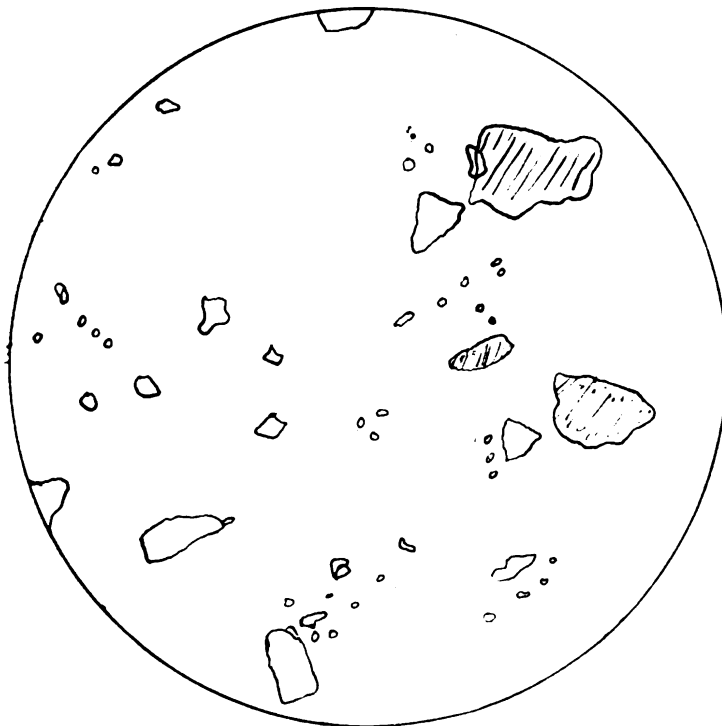
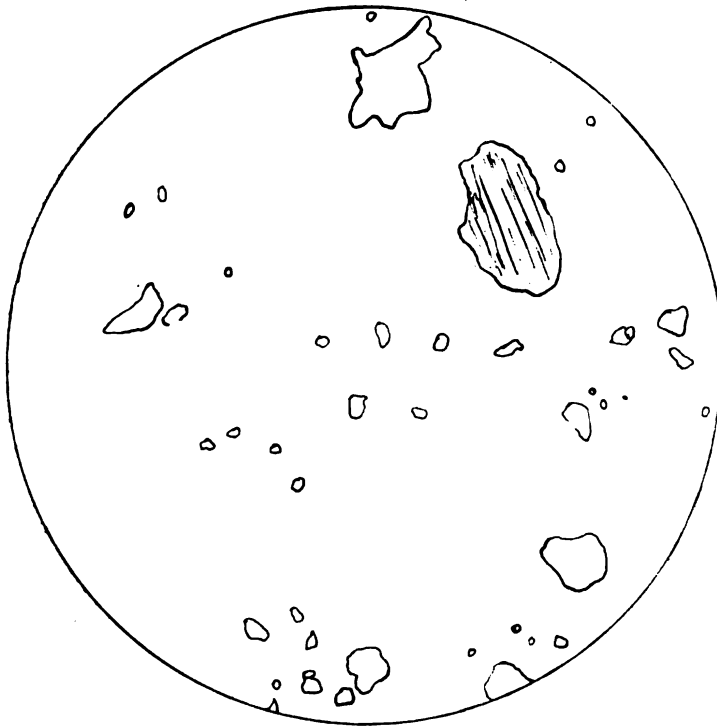
LIMO GRUESO (obj: 6)



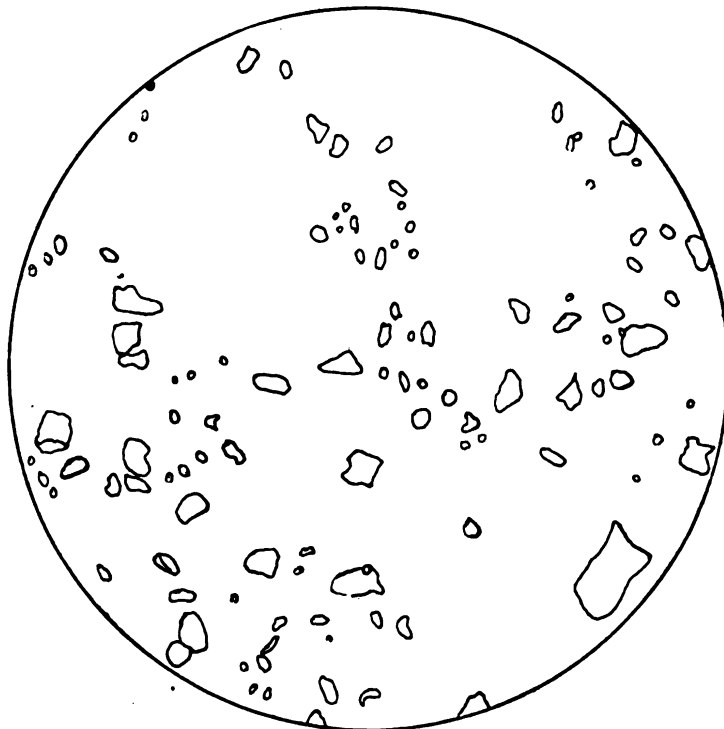
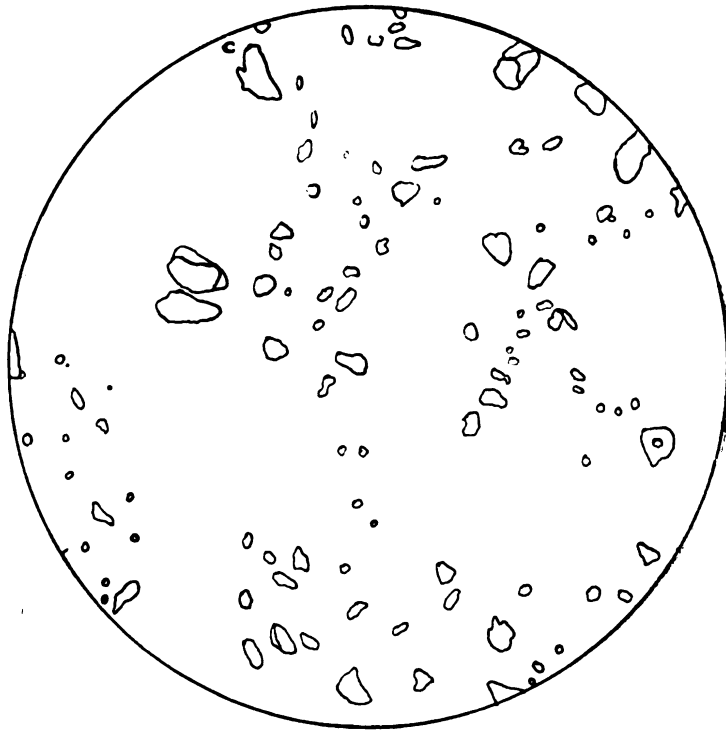
LIMO FINO (obj: 7)



LIMO FINO (obj: 7)



LIMO FINO (obj: 7)



Como los autores consideran con algunas variaciones las dimensiones de las partículas y a efectos de poder establecer comparaciones indicamos a continuación algunas:

HALL Y DEMOLON

Gravas finas comprendidas entre	1	mm. y 3	mm.
Arena gruesa	"	1	mm. y 0,2 mm.
Arena fina	"	0,2	mm. y 0,05 mm.
Limo grueso	"	0,05	mm. y 0,01 mm.
Limo fino	"	0,01	mm. y 0,005 mm.
Arcilla	"	debajo de 0,005 mm.	

WILLIAMS ¹

Primer grupo

Gravas de 3 mm. a 10 mm.

Arena de 0,25 mm. a 3 mm. . $\left\{ \begin{array}{l} \text{gruesa de 1 mm. a 3 mm.} \\ \text{media de 1 mm. a 0,5 mm.} \\ \text{fina de 0,5 mm. a 0,25 mm.} \end{array} \right.$

Segundo grupo

Polvos de 0,0015 mm. a 0,25 mm. $\left\{ \begin{array}{l} \text{grueso de 0,25 mm. a 0,01 mm.} \\ \text{medio de 0,01 mm. a 0,005 mm.} \\ \text{fino de 0,005 mm. a 0,0015 mm.} \end{array} \right.$

Tercer grupo

Arcilla Inferior a 0,0015 mm.

WOLLNY

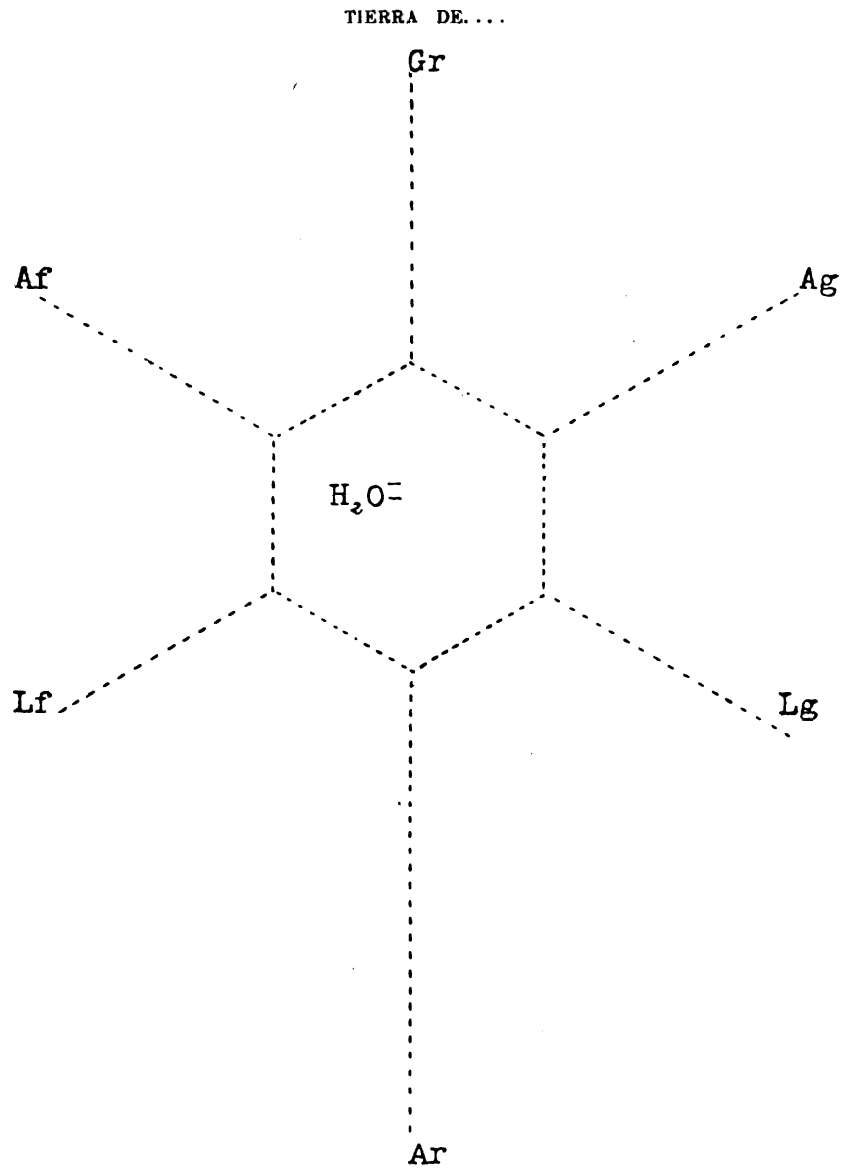
Piedras y guijarros	de 10	mm.
Gravas gruesas comprendidas entre	10	mm. y 5 mm.
Gravas medianas	"	5 mm. y 2 mm.
Gravas finas	"	2 mm. y 1 mm.
Arena gruesa	"	1 mm. y 0,5 mm.
Arena mediana	"	0,5 mm. y 0,25 mm.
Arena fina	"	0,25 mm. y 0,10 mm.
Limo grueso	"	0,10 mm. y 0,05 mm.
Limo mediano	"	0,05 mm. y 0,025 mm.
Limo fino	"	0,025 mm. y 0,005 mm.
Arcilla coloidal	"	0,005 mm. y 0,001 mm.

(1) Extraído de E. Ramann, Bodenkunde, Berlín, 1911. (Traduc. del Dr. E. H. Ducloux).

Agregamos a este capítulo unos gráficos para la representación e interpretación de los análisis, sin que pretendamos puedan imponerse, pues harto conocidas son las dificultades que hay para poder expresar por medio de un gráfico todo lo que el análisis revela, y tan solo lo agregamos a título de una simple contribución. Es una aplicación de los diagramas ideados por el doctor E. H. Ducloux, para los análisis de agua, quién me sugirió la idea de aplicarlos a los análisis de tierra.

(Véanse los gráficos).

INDICACIONES DEL GRAFICO



Abreviaturas {

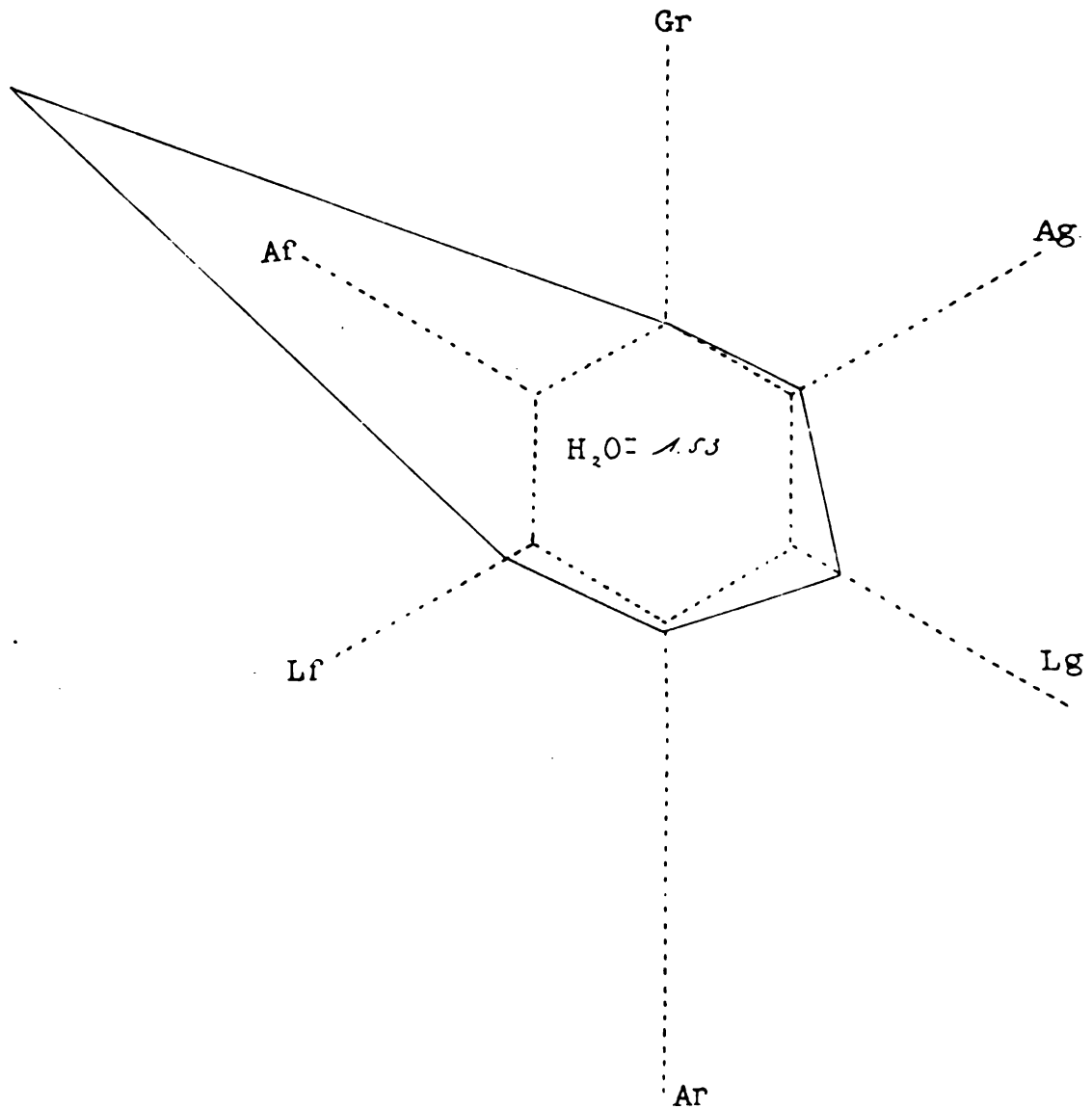
Gr.	Gravas
Ag.	Arena gruesa
Af.	Arena fina
Lg.	Limo grueso
Lf.	Limo fino
Ar.	Arcilla

H₂O = Humedad a 105°C.

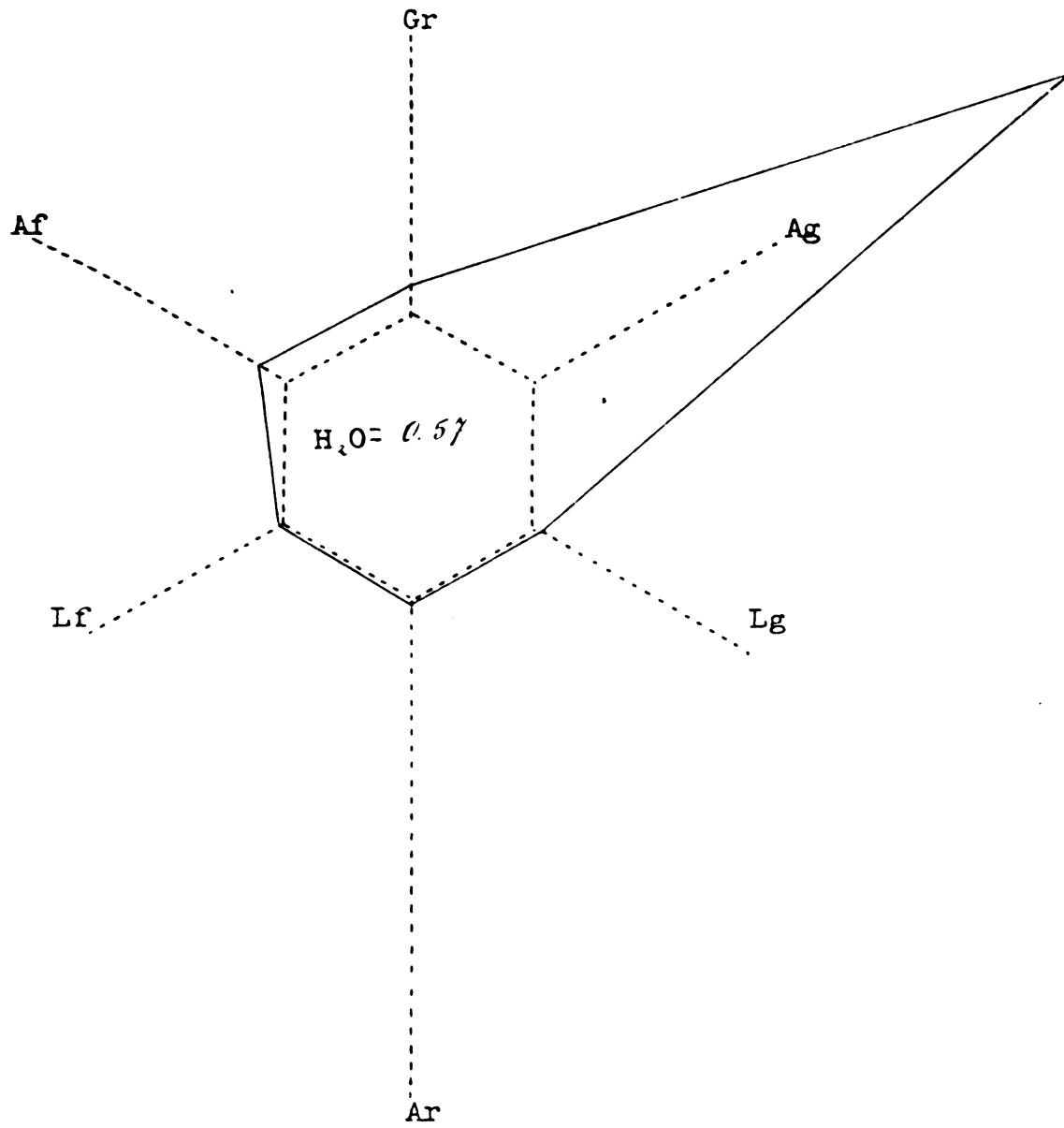
Humus {

< 5 %	Exágono blanco
< 10 „	„ rayado
> 10 „	„ cuadrículado

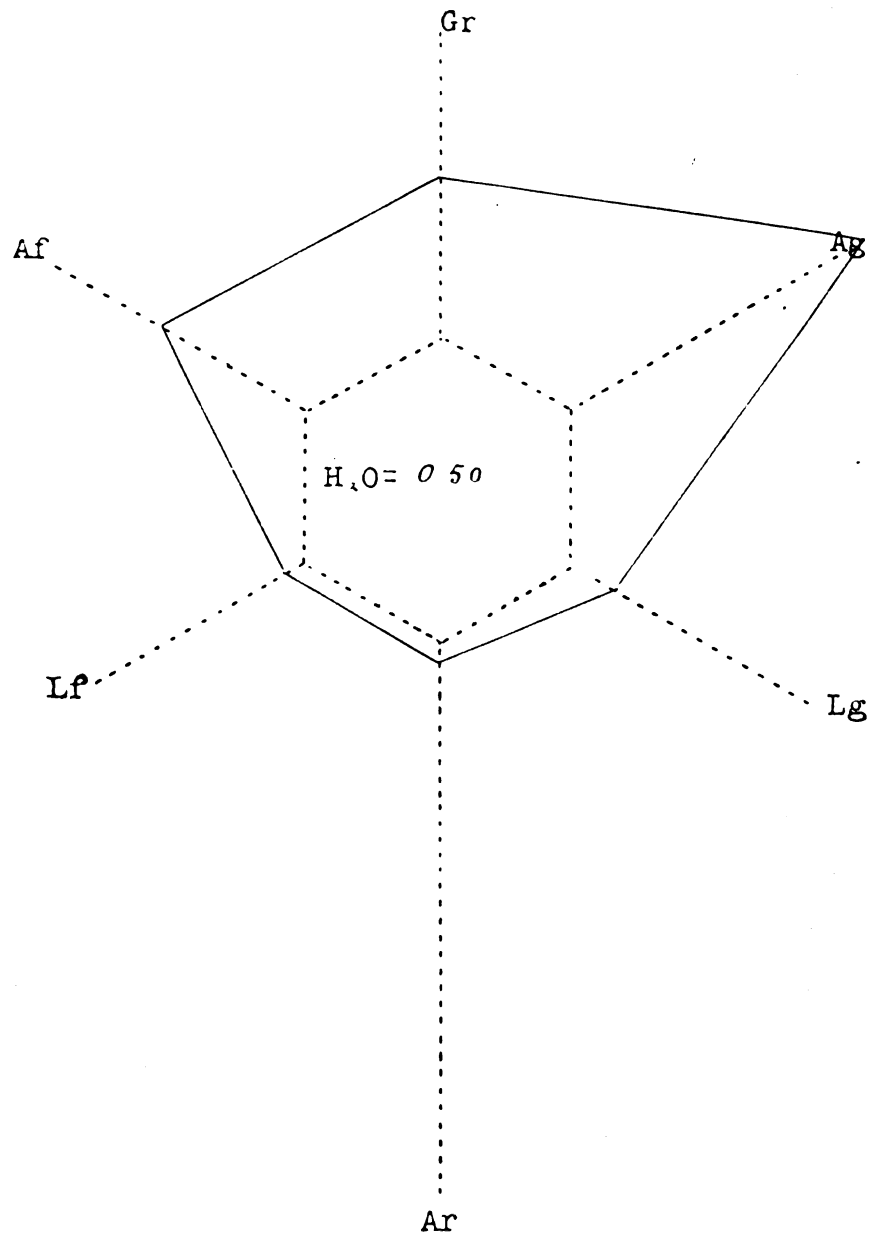
MUESTRA NUMERO (7)



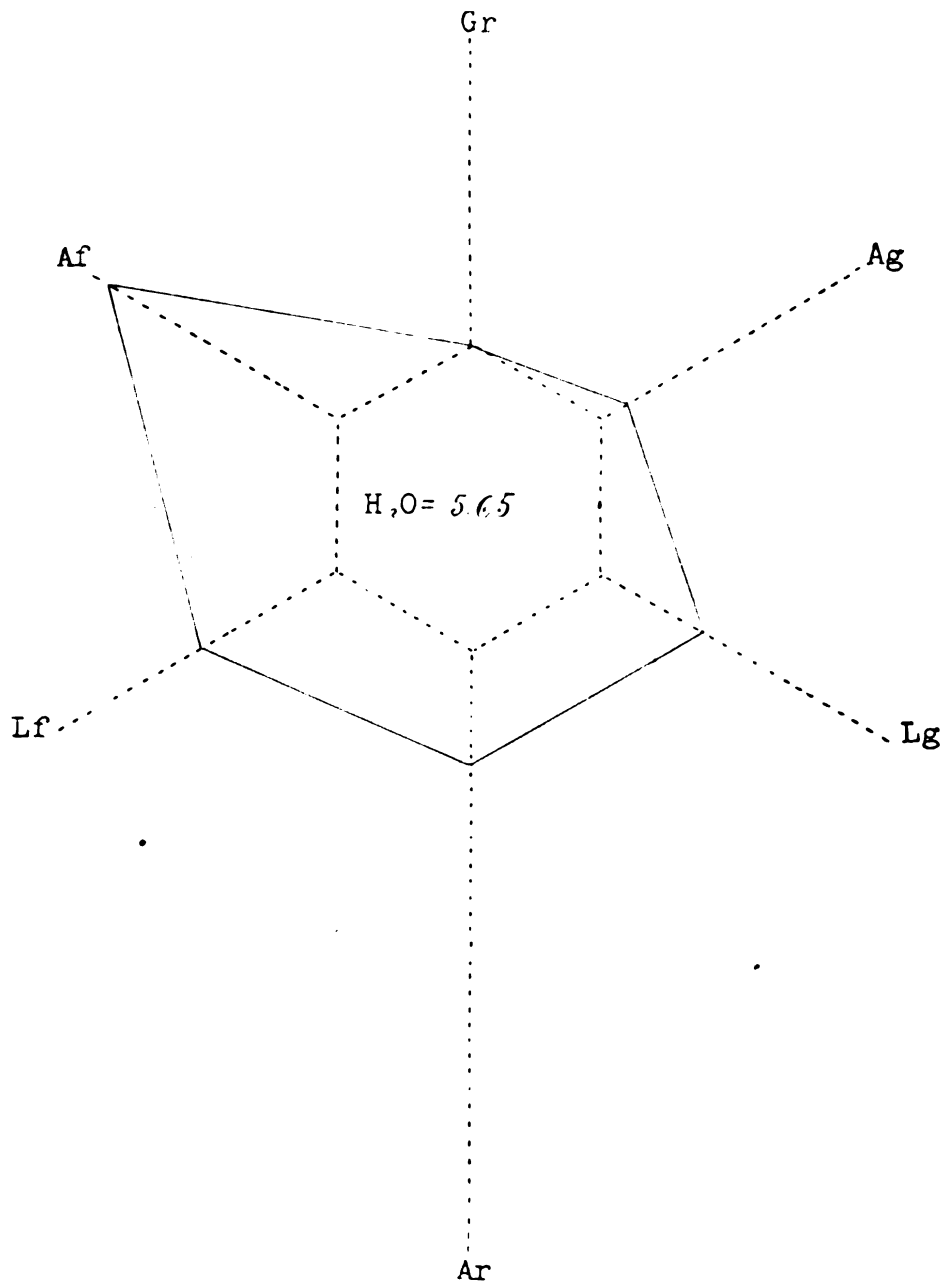
MUESTRA NUMERO (29)



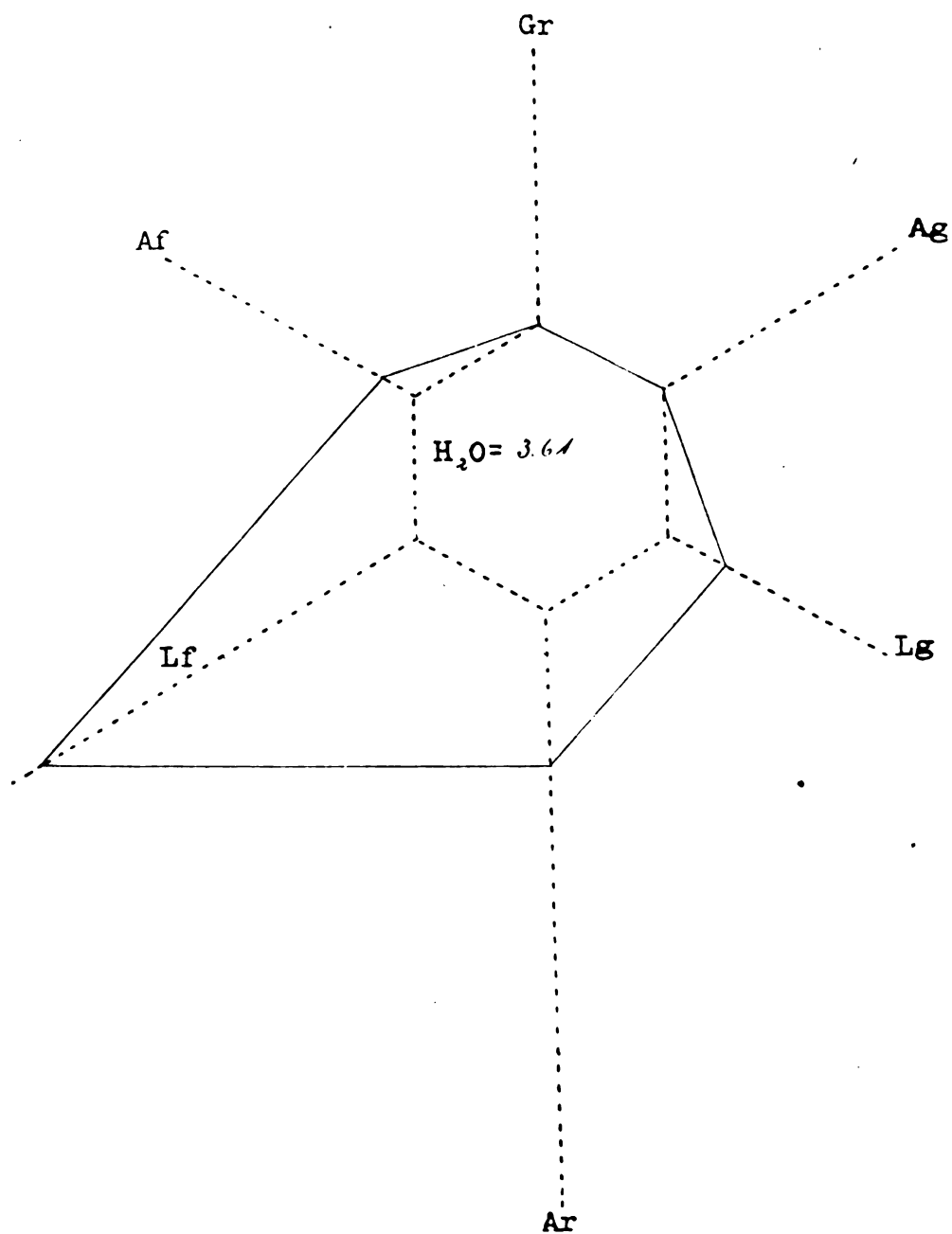
MUESTRA NUMERO (26)



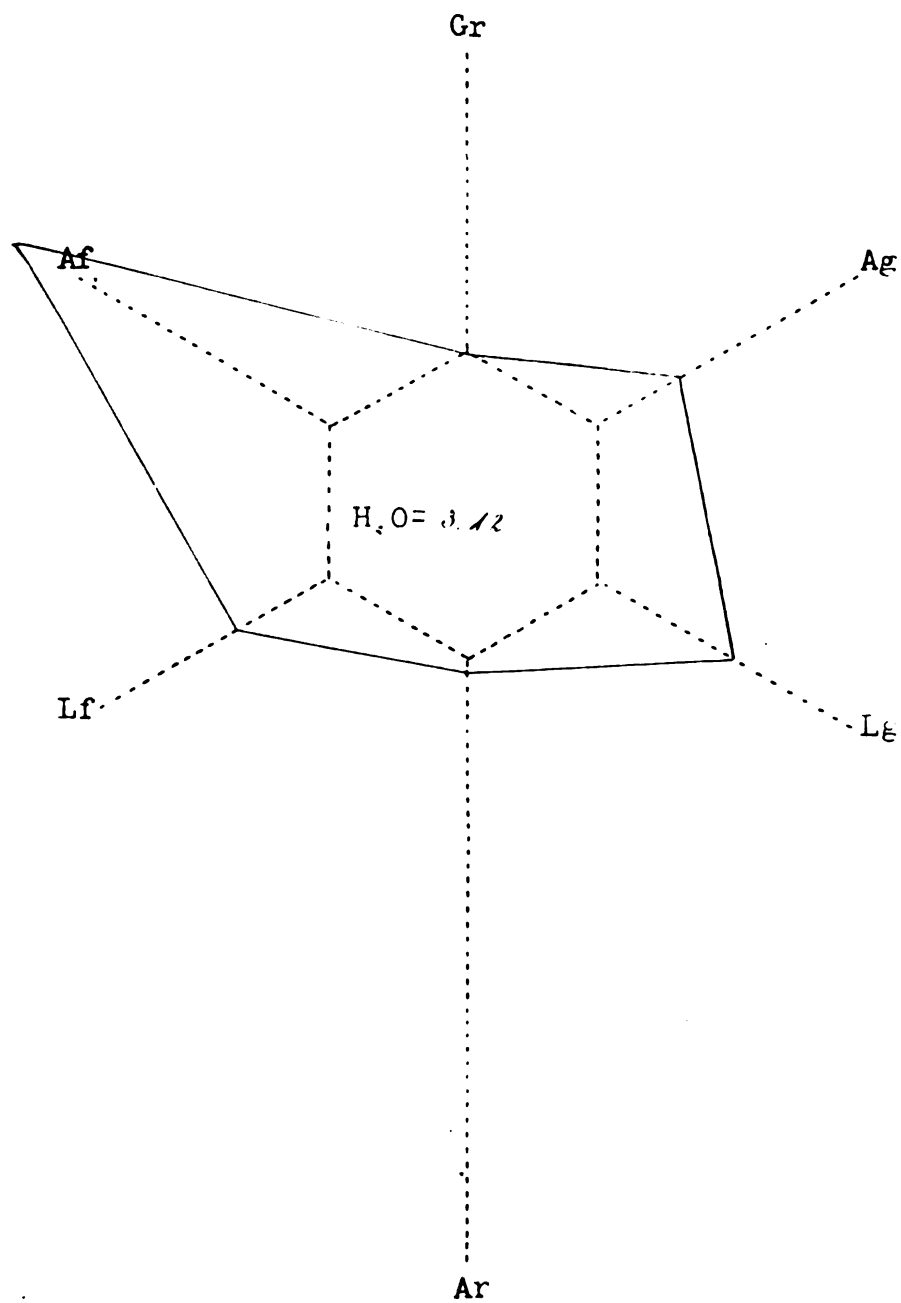
MUESTRA NUMERO (27)



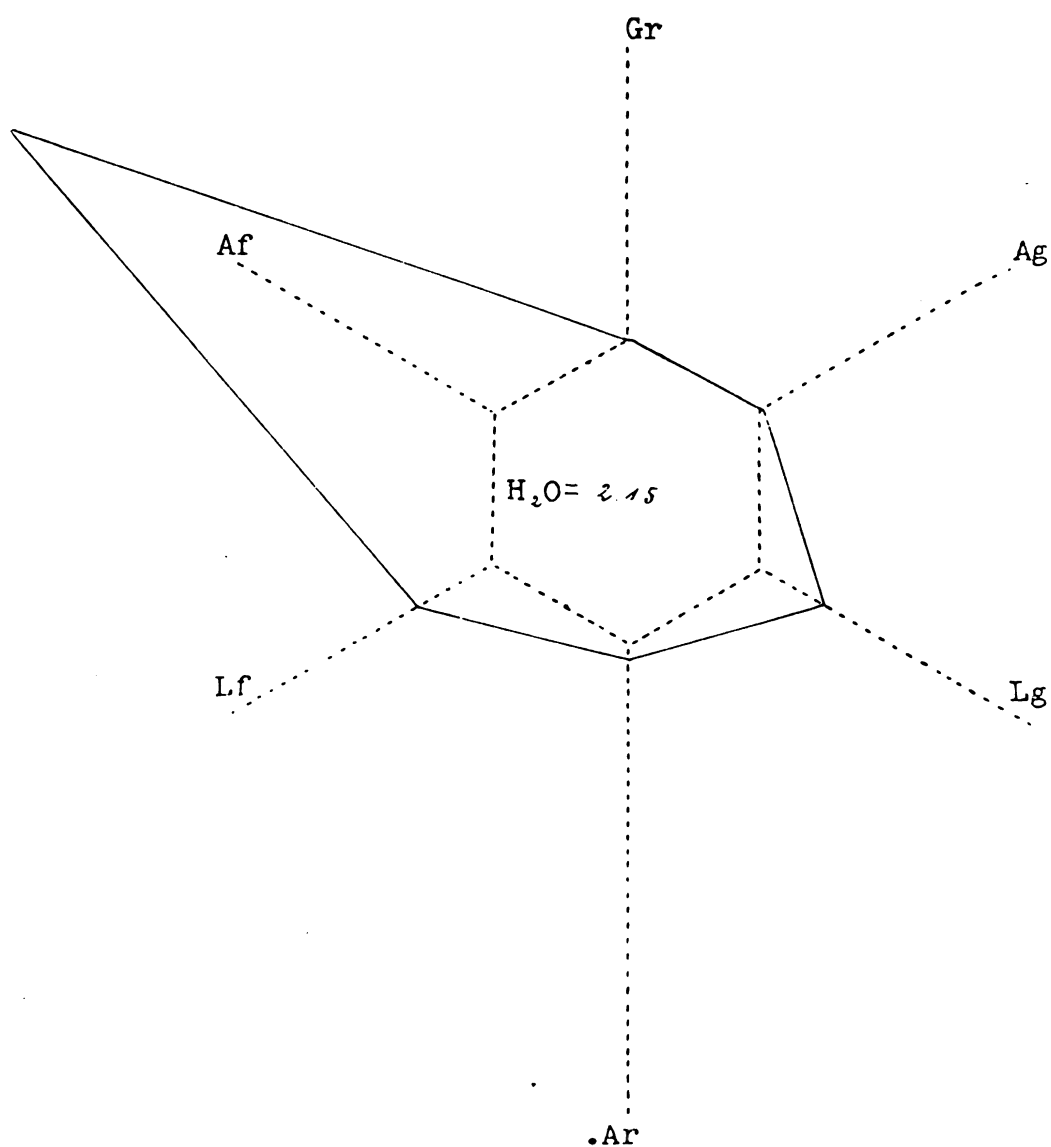
MUESTRA NUMERO (23)



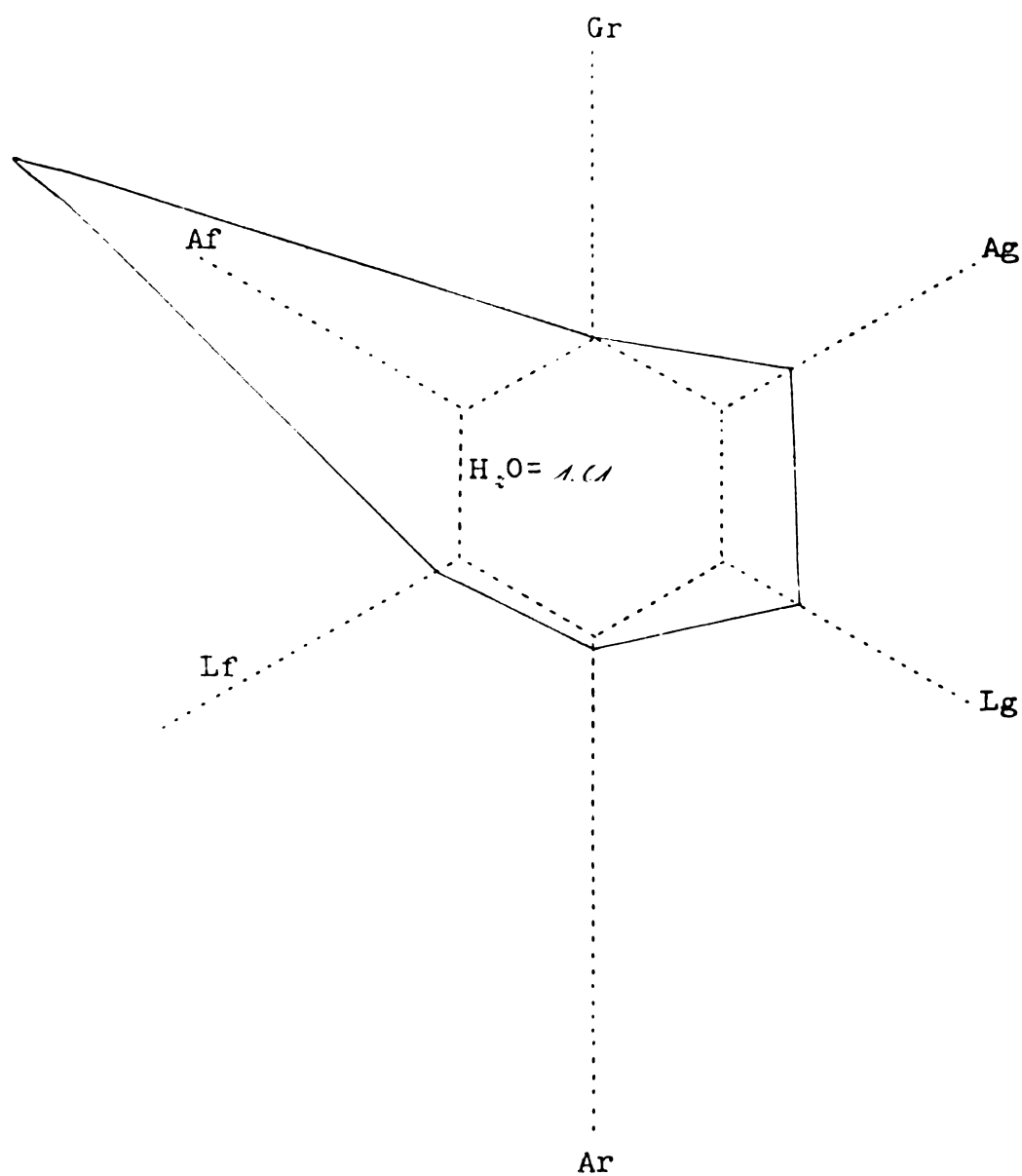
MUESTRA NUMERO (18)



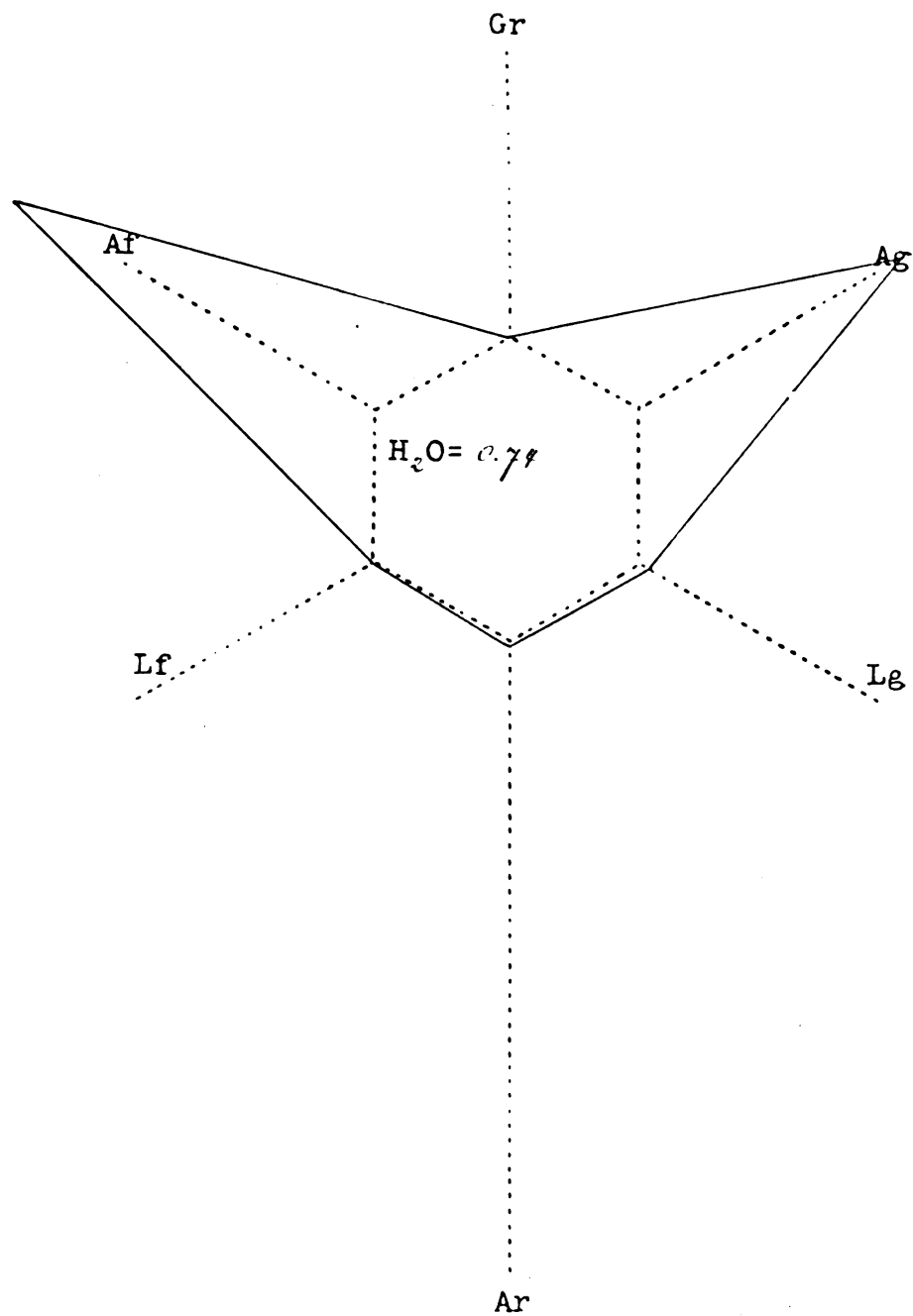
MUESTRA NUMERO (9)



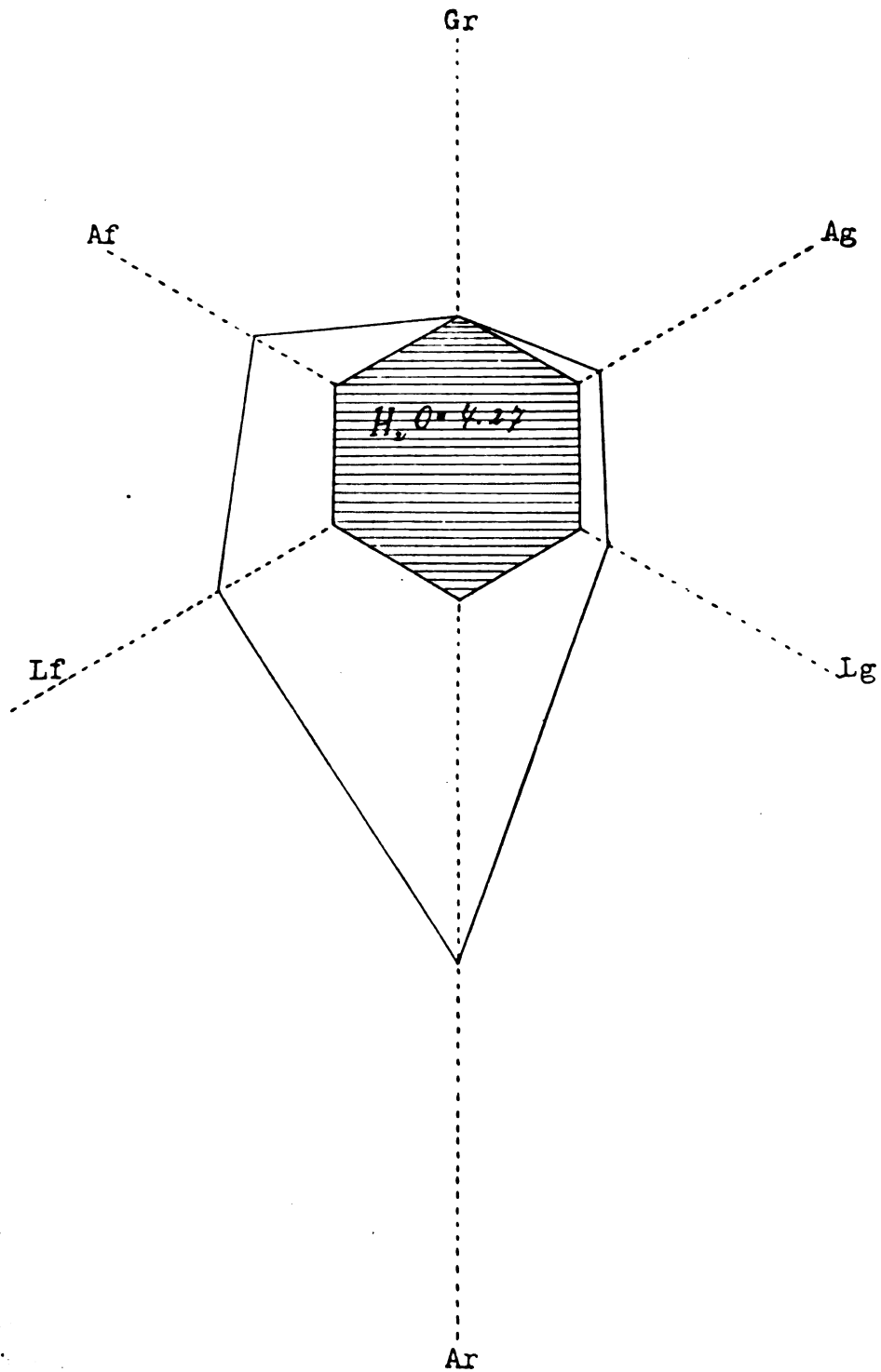
MUESTRA NUMERO (21)



MUESTRA NUMERO. (19)



MUESTRA NUMERO (28)



VALOR DEL ANÁLISIS MECÁNICO

Hemos estudiado ya los caracteres más salientes de las porciones separadas del suelo y nos será fácil ahora darnos cuenta de la importancia del análisis mecánico por la forma cómo ilustra sobre las probables condiciones de un suelo. Basta recordar para ello, cuántas y cuán importantes son las propiedades del suelo arable que dependen principalmente del diámetro de las partículas constitutivas de la tierra.

Witney ¹, ha llegado a establecer criterio de una tierra según su riqueza en granos por gramo y en suelos que ha estudiado encuentra que este contenido oscila entre 1700.000.000 y 24.000.000.000, deduciendo de sus estudios, "que en las condiciones climáticas de su territorio un suelo que contiene 1700 millones de granos por gramo, requiere riego artificial para el cultivo de cereales; el trigo proporciona buena renta con tierras de más de 10.000 millones de granos y de buenos pastos son los suelos con 24.000 millones de granos por gramo". Naturalmente que estas relaciones varían, pero siempre un suelo fértil exige en sus condiciones particulares una riqueza dada en granos.

De las relaciones que pueden establecerse del análisis mecánico, un observador experto deducirá de la preponderancia de arenas, limos o arcilla, ciertas propiedades físicas que afectan no solo a la planta, sino que también a las condiciones biológicas del suelo como consecuencia de los movimientos del aire y agua. Respecto a esta, se establecen relaciones de tal importancia que Alfred Smith ², estudiando las relaciones del análisis mecánico a la humedad equivalente de los suelos, encara la posibilidad de determinar por medio del cálculo, el grado de humedad de un suelo conociendo el análisis mecánico del mismo.

La faz química en la interpretación de un análisis mecánico es también digna de consideración, pudiendo de-

(1) E. Ramann, ob. cit.: Como anteriormente.

(2) Alfred Smith, "Soil Science", V. IV, No 6, p. 471. December, 1917.

terminar con el conocimiento de la proporción de los varios grupos separados, aún cuando más no fuera, el elemento principal como alimento de las plantas para permitirles un crecimiento normal.

Es valiosísimo el concurso del análisis mecánico para la confección de mapas agrológicos en los que se da una importancia creciente a la composición física de las tierras y para caracterizar rápidamente una especie de suelo, se da día a día mayor valor al diámetro de sus elementos.

En general, el análisis mecánico de un suelo nos ilustrará no solamente sobre algunas propiedades físicas del mismo, sino que podrá ampliar nuestro criterio hasta hacernos concebir un valor agrícola más o menos cierto con respecto a adaptación de algunos cultivos, y además, como observa Ramann, posee una alta significación por la circunstancia de la despreciable variabilidad de la proporción relativa de los elementos, pues la vida de un hombre no basta para notar variaciones en los datos que un suelo proporciona al análisis mecánico. Y con la aspiración creciente de practicar y perfeccionar estos análisis, no dudamos que las más fecundas especulaciones han de fundarse sobre el análisis mecánico de los suelos.