

# ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Anal. Edaf. Tomo XI, Número 4. Pág. 349-454. Madrid, julio-agosto 1952

# ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL

Publicados por el INSTITUTO DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con la colaboración de:

Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.	Laboratorio de Caminos de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos.
Instituto de Aclimatación. Almería.	Sociedad Española de Ciencia del Suelo.
Instituto de Biología del Tabaco. Sevilla.	Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.
Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.	

Número suelto..... 20 pesetas

Suscripción anual (seis números)... 100 »

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL  
Serrano, 113. Madrid (España).

TOMO XI.

NÚMERO 4

## SUMARIO

	<u>Páginas</u>
BURRIEL, F. y ALEIXANDRE, V.: Sobre los suelos arrozales de España ... ..	349
FERNÁNDEZ ALONSO, J. I. y COSTELL LANDETE, F.: Estudio físico-químico de las arcillas del Levante español (III) ... ..	373
RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: Nota preliminar para el estudio de las rañas ... ..	389
MIHELČIČ, F.: Contribución al estudio de la ecología de los tardígrados que habitan suelos de humus (I) ... ..	407

### BIBLIOGRAFIA

- JOSÉ A. JIMÉNEZ SALAS: *Mecánica del Suelo y sus aplicaciones a la Ingeniería* (447).—GIOVANNI HAUSMANN: *L'evoluzione del terreno e l'agricoltura* (448).—A. S. GRAFTS: *Movement of Assimilates, Viruses, Growth Regulators, and Chemical Indicators in Plants* (450).

# SOBRE LOS SUELOS ARROZALES DE ESPAÑA

por

FERNANDO BURRIEL, y VICENTE ALEIXANDRE

Estos trabajos tienen por objeto el estudio de algunos aspectos de las tierras dedicadas al cultivo del arroz en España. Como es conocido, las zonas arroceras españolas de mayor producción son la valenciana y la de Amposta (Tortosa). Existen, además, otras de menos importancia situadas en Sevilla, Murcia y recientemente se han hecho ensayos, coronados por el éxito, en la zona de nuevos regadíos de Daimiel.

En nuestro trabajo se ha abordado el estudio de las zonas valenciana y de Amposta. Debemos señalar que las zonas valencianas estudiadas corresponden al depósito del río Turia. Dejamos para trabajos ulteriores la investigación de las zonas de Sueca, etc., que se han formado por acarreo del río Júcar.

La finalidad de nuestra investigación es doble: de un lado nos pareció interesante el estudio de los suelos sometidos a unas condiciones tan características como las que tienen lugar en el cultivo del arroz, entre las que descuellan el largo período de tiempo durante el que permanecen sumergidos, el abonado intenso, la gran cantidad de materia orgánica que queda en la tierra como consecuencia del cultivo, etc.

De otro lado, este trabajo representa una contribución al esclarecimiento de dos hechos de la mayor importancia agrícola y económica. Uno de ellos consiste en la pérdida de fertilidad de los arrozales, que viene acusándose desde hace unos quince o veinte años y que los agricultores levantinos han designado con el nombre de «cansancio de la tierra».

El otro es la diferencia de cosecha que existe entre las zonas del interior de las balsas de cultivo y las inmediatas a las

boca de riego por donde entra al campo el agua procedente directamente del río. Esta diferencia es de tal cuantía que origina en muchas ocasiones el encamamiento del arroz en dicha zona, pese a que los agricultores, conocedores de antiguo del hecho, echan en ella cantidades menores de abono. Traducido en cifras, la diferencia es, por término medio, de 600 kilogramos por hectárea.

La importancia económica que pudiera tener la corrección del llamado cansancio de los arrozales, queda de manifiesto si se piensa que la disminución del promedio de cosecha actual con relación al de hace quince o veinte años se puede cifrar en 600 kilogramos por hectárea, ya que el rendimiento medio hoy en día es de 6.600 kilogramos por hectárea, y antiguamente era de 7.200 kilogramos por hectárea. Dada la extensión considerable que se dedica al cultivo del arroz, estas cifras son bien significativas por sí solas.

Se han estudiado nueve suelos de Alfafar (a 5 Km. de Valencia), de los cuales 6 son de arrozales exclusivamente, dos de tierra de huerta, que se destina año sí año no a plantel para arroz, y una de tierra huerta típica en la que no se cultiva arroz ni plantel. Esta última muestra se ha estudiado como término de comparación para observar la influencia que tiene el cultivo del arroz sobre el suelo, ya que la naturaleza y formación del suelo debe ser la misma en el campo de huerta que en los arrozales, pues la distancia que los separa no excede los cuatro kilómetros y están situados los dos en la misma llanura.

De los arrozales se han tomado tres muestras en el interior de la balsa y otras tres en la boca. De la zona de Amposta se han tomado 18 muestras.

A continuación damos la descripción de las muestras.

Muestra	482-I	Tomada en	Perelló	Horizonte de	...	...	...	...	...	...	0-10
»	482-II	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	483-I	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	483-II	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	483-III	»	»	»	»	»	...	...	...	...	10-20
»	484-I	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-25
»	484-II	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-25
»	485-I	»	»	Tortosa	»	»	...	...	...	...	0-10
»	485-II	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	485-III	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	485-IV	»	»	»	»	»	...	...	...	...	0-10
»	487-I	»	»	La Cava	»	»	...	...	...	...	0-10

Muestra 487-II	»	»	La Cava	Horizonte de ... ..	0-10
» 488-I	»	»	San Jaime	Material depositado por el río.	
» 488-II	»	»	»	» » » » »	
» 488-III	»	»	»	» » » » »	
» 489-I	»	»	»	Horizonte de ... ..	0-10
» 489-II	»	»	»	» » .. ..	0-10
» 489-III	»	»	»	» » ... ..	0-10
» 492	»	»	Alfajar	» de 0-10 cm. Tierra huerta a 200 m. de la estación.	
» 493	»	»	»	» de 0-10 cm. Tierra huerta Campo de la Veleta.	
» 494	»	»	»	» de 0-10 cm. Tierra huerta Campo de Rabi Sancho.	
» 495	»	»	»	» de 0-10 cm. junto a la boca de riego. Tierra arrozal. Partida de la acequia nueva.	
» 496	»	»	»	» de 0-10 cm. Interior del campo. Tierra arrozal. Partida de la acequia nueva.	
» 497	»	»	»	» de 0-10 cm. Interior del campo. Tierra arrozal. Partida de la acequia de Rabi Sancho.	
» 498	»	»	»	» de 0-10 cm. Junto a la boca de riego. Tierra arrozal. Partida de la acequia de Rabi Sancho a un km. de la anterior en dirección a la Albufera.	
» 499	»	»	»	» de 0-10 cm. En el interior del campo de la muestra 498.	
» 500	»	»	»	» de 0-10 cm. junto a la boca de riego. Tierra arrozal. Partida de la acequia nueva a dos kms. del campo de la muestra 495 en dirección a la Albufera.	
» 501	»	»	»	» 0-10 cm. En el interior del campo de la muestra 500.	

De todas las muestras estudiadas se extrajo la fracción arcilla.

Las determinaciones realizadas de estos suelos han sido las siguientes: 1.º, análisis químico ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) contenido en materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo

co total y asimilable, y potasio total y asimilable; 2.º, análisis mecánico, capacidad de cambio de bases y pH.

Las arcillas han sido objeto de estudio mineralógico, determinando su composición química, así como las curvas de deshidratación y de análisis térmico diferencial.

En las tablas adjuntas representamos los resultados del análisis químico de los diferentes suelos.

Como puede observarse, los suelos de arrozales españoles son todos fuertemente calizos, puesto que el contenido en carbonato cálcico oscila entre el 30 y el 48 por 100 (véase tabla V). Este elevado contenido en carbonato cálcico se debe a que estos suelos están formados por sedimentos del río Turia y Ebro que pasan por terrenos calizos.

En el suelo 483, en los que se han tomado distintos horizontes del perfil, se observa que el contenido en carbonato cálcico es aproximadamente el mismo; las variaciones en los distintos horizontes son como máximo del 2 por 100 absoluto, lo que demuestra la gran homogeneidad del depósito.

Es interesante señalar el hecho de que los suelos arrozales de Alfafar, formados por sedimentos del Turia, son todavía más calizos que los de Amposta, pues mientras que en estos últimos el contenido en carbonato cálcico oscila alrededor del 35 por 100, en los de Valencia casi todos sobrepasan el 40 por 100. Esto se debe, indudablemente, a la gran cantidad de tierras rojas que arrastra el Turia y que se depositan en las zonas de la vega valenciana. Como es sabido, las tierras rojas tienen una gran concentración de caliza.

El contenido en MgO es muy constante, quedando comprendido la mayor parte de las veces entre 2 y 2,50 por 100. También la cantidad en TiO<sub>2</sub> varía muy poco, oscilando en casi todos los suelos entre 0,4 y 0,6 por 100.

Los suelos situados en las proximidades de la boca de riego contienen sistemáticamente menos carbonato cálcico que los del interior y, en cambio, su contenido en SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es mayor. Este hecho se podría interpretar en el sentido de que en dicho lugar se depositan constantemente nuevas cantidades de arcilla de la que el agua de riego lleva en suspensión.

Es un hecho digno de notarse que en los suelos de Alfafar la cantidad de SiO<sub>2</sub> va disminuyendo de una manera continua a medida que los terrenos se alejan del río, demostrando el proceso de

TABLA I. — Suelos.

MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P. Des. %	P. Calc. %
482-I	37,17	12,84	4,73	0,39	15,76	2,18	4,25	4,92	0,08	1,89	2,05	2,81	24,10
482-II	38,68	11,70	4,98	0,33	18,47	2,42	4,43	5,62	0,27	2,06	2,61	2,79	23,03
483-I	35,95	12,75	4,70	0,41	17,66	2,09	3,88	4,76	0,23	4,18	2,26	2,75	24,25
483-II	37,50	12,77	4,43	0,45	18,02	2,04	4,19	4,99	0,22	1,95	2,38	2,50	23,70
483-III	36,76	12,60	5,25	0,57	16,08	2,58	3,91	4,96	0,27	1,72	2,18	2,87	23,46
484-I	36,49	9,51	5,81	0,63	18,00	3,34	4,66	6,52	0,38	2,39	3,32	2,32	21,24
484-II	36,68	13,34	5,52	0,74	18,58	3,58	3,48	4,67	0,26	1,95	2,46	2,20	20,50
485-I	52,78	5,24	2,02	0,16	18,57	1,37	13,74	17,12	0,25	4,41	5,50	0,69	17,56
485-II	52,14	5,06	2,02	0,22	18,71	1,49	13,96	17,52	0,25	4,60	5,78	0,89	17,38
485-III	50,42	4,86	2,43	0,21	19,40	1,18	13,37	17,63	0,32	4,59	6,06	0,92	17,52
485-IV	53,10	5,00	2,16	0,193	19,50	1,12	14,27	18,22	0,27	3,85	4,00	0,78	16,76
487-I	38,30	3,02	7,52	0,605	20,50	2,21	8,33	21,55	1,59	4,23	10,95	0,46	23,58
487-II	39,98	6,90	2,86	0,48	21,09	2,14	7,72	9,85	0,26	3,87	4,90	0,86	21,68
488-I	38,05	9,22	3,26	0,48	23,10	2,07	5,72	6,75	0,23	3,23	3,63	1,03	21,02
488-II	40,05	5,72	6,00	0,48	22,08	2,07	7,13	11,90	0,67	3,67	0,61	0,90	20,02
488-III	40,07	6,30	5,29	0,44	22,48	2,02	7,04	10,81	0,54	3,07	5,64	0,74	19,50
489-I	39,02	10,39	3,78	0,33	20,87	2,26	5,18	6,38	0,23	2,63	2,26	1,39	21,00
489-II	39,92	9,98	4,45	0,47	21,25	2,00	5,29	6,80	0,28	2,63	3,38	1,16	22,14
489-III	40,12	9,77	3,91	0,42	21,26	1,97	5,56	6,98	0,26	2,75	3,45	1,01	21,44
492	41,46	8,47	3,02	0,401	20,62	2,24	6,78	8,32	0,23	3,20	3,93	2,08	21,44
493	41,00	8,75	3,48	0,54	22,02	2,14	6,35	7,96	0,23	3,20	4,01	2,14	21,37
494	38,30	7,95	3,19	0,507	22,40	2,33	6,52	8,19	0,26	3,60	4,53	2,34	21,34
495	34,91	13,01	5,25	0,53	18,60	3,56	3,62	4,56	0,26	3,88	4,88	2,70	21,57
496	30,39	9,79	3,64	0,457	25,04	2,46	4,26	5,84	0,24	3,30	4,08	2,52	24,05
497	29,20	10,85	3,78	0,42	24,04	2,13	3,74	4,57	0,22	2,86	3,50	1,63	27,73
498	30,58	13,00	2,84	0,01	21,46	3,14	3,50	4,00	0,14	2,44	2,78	2,08	24,92
499	26,16	10,83	3,10	0,42	25,00	2,10	3,47	4,10	0,18	3,07	3,62	1,60	29,40
500	30,50	13,00	4,45	0,42	20,92	1,88	3,27	3,98	0,22	2,09	2,54	2,11	29,38
501	27,48	8,46	5,00	0,39	25,15	2,39	4,01	5,52	0,38	3,43	4,73	1,34	29,08

sedimentación de las partículas más gruesas, en las cuales abunda el  $\text{SiO}_2$ .

Los suelos de los arrozales formados por sedimentación del Turia contienen menos sílice y, como ya se dijo, más caliza que los del Ebro. Las razones  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  y  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  presentan valores mucho más altos en los suelos de Amposta que en los de Alfafar. Este hecho podría explicar el mayor rendimiento agrícola de los suelos últimamente citados.

Se ha determinado también el contenido en materia orgánica y nitrógeno (Tabla II); para la primera se ha empleado el método de oxidación del ferricianuro, y para el segundo el método de Kjeldahl. El contenido en materia orgánica oscila entre 1 por 100 y el 7,98 por 100. Como se ve, puede alcanzar valores considerables, que se deben a la gran cantidad de residuos vegetales que quedan enterrados en el campo como consecuencia del cultivo. El valor medio del contenido en materia orgánica en los arrozales de Amposta es 2,8 por 100, y en los Alfafar 3,07 por 100. En los arrozales de Amposta las variaciones de este valor medio son muy fuertes (0,75 por 100 a 7,98 por 100). Los arrozales de Alfafar presentan variaciones mucho más pequeñas.

En el suelo 483 el contenido en materia orgánica de los diversos horizontes suele disminuir ligeramente con la profundidad.

La influencia del cultivo sobre el contenido en materia orgánica del suelo se pone de manifiesto comparando las muestras 492, 493 y 494, que, como se dijo, corresponden a suelos dedicados a cultivos de huerta, con los restantes hasta el 501. Se echa de ver el perceptible aumento en materia orgánica experimentado como consecuencia del cultivo del arroz. Esto podría explicarse por el hecho de que los arrozales permanecen durante mucho tiempo cubiertos de agua, lo cual puede originar una falta de oxidación de los residuos, pues de no presentarse esta circunstancia la gran cantidad de caliza que tienen estos suelos daría lugar, por el efecto catalítico del ión calcio, a una destrucción más intensa de la materia orgánica.

El contenido en nitrógeno guarda un paralelismo muy acusado con el de materia orgánica; la razón C : N toma valores comprendidos entre 7 y 17, presentando en la mayor parte de los casos valores que oscilan entre 8,5 y 12.

La influencia de la posición del horizonte en el perfil sobre la razón C : N se observa con el suelo 483, donde el horizonte 10-20



TABLA II

MUESTRA	C — Por 100	N — Por 100	C/N	Materia orgánica — Por ciento
482-I	3,19	0,41	7,78	5,48
482-II	3,06	0,39	7,85	5,26
483-I	4,64	0,41	13,17	7,98
483-II	4,42	0,39	13,33	7,60
483-III	3,86	0,36	10,72	6,63
484-I	1,74	0,21	8,29	2,92
484-II	1,47	0,16	9,19	2,52
485-I	0,75	0,08	9,38	1,29
485-II	0,84	0,09	9,33	1,44
485-III	0,95	0,09	10,56	1,63
485-IV	0,94	0,09	10,44	1,61
487-I.	1,05	0,06	17,50	1,80
487-II	0,44	0,04	11,00	0,75
488-I	0,71	0,06	11,83	1,22
488-II	0,76	0,05	15,20	1,30
488-III	0,83	0,05	16,60	1,42
489-I	0,60	0,11	5,45	1,03
489-II	1,09	0,11	9,91	1,87
489-III	0,90	0,11	8,18	1,54
492	1,60	0,16	10,00	2,75
493	1,32	0,11	12,00	2,27
494	1,34	0,11	12,18	2,30
495	1,51	0,13	11,62	2,59
496	2,45	0,26	9,42	4,21
497	2,24	0,21	10,67	3,85
498	1,89	0,22	8,59	3,25
499	1,96	0,23	8,52	3,37
500	1,54	0,18	8,56	2,64
501	2,04	0,22	9,27	3,50

centímetros tiene una razón bastante inferior. El efecto de la naturaleza del cultivo sobre la razón C : N se puede observar comparando la media de las muestras 492, 493 y 494 con las restantes hasta la 501, y observando que en los arrozales es ligeramente menor. La razón C : N toma valores muy similares tanto en la zona junto a la boca de riego como en el centro del campo.

Debemos notar que el contenido en nitrógeno de los suelos de Alfajar dedicados a cultivos de huerta es menor que en los arrozales; en cambio, la razón C : N es ligeramente inferior en los últimos. Este hecho parece indicar que el nitrógeno determinado se encuentra en la materia orgánica, y que el abono nitrogenado que se echa a los campos no tiene influencia sobre la razón C : N, ya que los campos de huerta se abonan con cantidades de abonos nitrogenados similares a los arrozales. Además, parece deducirse de lo anterior que la materia orgánica en los suelos dedicados a huerta tiene menor proporción de nitrógeno que la contenida en suelos arrozales.

Se ha determinado el contenido en potasio total y fósforo, también total (Tablas III y IV). Las cantidades de potasio total oscilan alrededor de 1,5 por 100, lo que indica la presencia en cantidad notable de illita, máxime si se tiene en cuenta que los arrozales no se abonan con abonos potásicos, pues algunos experimentos que se hicieron con sales potásicas (CIK) no dieron ningún resultado práctico.

La naturaleza del cultivo no parece tener influencia sobre el contenido en potasio total del suelo. En cambio, la cantidad de potasio contenida en los suelos cercanos a la boca de riego es superior a los valores de las muestras tomadas en el interior de la balsa, debido con toda seguridad al enriquecimiento producido por el acarreo constante.

La cantidad de  $P_2O_5$  total oscila en los suelos de Alfajar entre 0,134 por 100 y 0,231 por 100, y en los de Amposta, en los horizontes superiores, entre 0,084 y 0,227 por 100.

La cantidad de  $P_2O_5$  total es mayor en los suelos próximos a la boca de riego que en los del interior del campo.

El cultivo no parece tener una gran influencia sobre el contenido en  $P_2O_5$  total de los suelos, ya que el promedio de los campos de cultivos de huerta es similar al de los arrozales.

Se ha determinado también las cantidades de potasio y  $P_2O_5$  asimilables existentes en los suelos arrozales. A continuación se indican los resultados (Tablas III y IV).

TABLA III

*Cantidad de K<sub>2</sub>O total y asimilable dada en mg. por 100 gr. de suelo*

Muestra	K <sub>2</sub> O total	K <sub>2</sub> O asimilable
482-I	1.600	—
482-II	1.470	40,16
483-I	1.280	48,16
483-II	1.020	48,4
483-III	1.570	64,73
484-I	1.510	24,1
484-II	1.670	23,5
485-I	840	9,34
485-II	1.180	16,32
485-III	990	11,4
485-IV	980	12,9
487-I	910	64,52
487-II	1.050	39,2
488-I	1.280	3,79
488-II	2.720	10,98
488-III	1.160	10,6
489-I	1.440	—
489-II	1.100	21,9
489-III	1.490	—
492	1.350	22,4
494	1.620	—
495	2.040	26,6
496	1.560	37,8
497	1.500	40,92
498	—	34,4
499	2.470	27,3
500	2.200	33,0
501	2.700	32,7

La determinación del potasio asimilable se hace de la siguiente forma: Se pesan 25 g. de suelo que se trata con 400 c. c. de una solución de acetato amónico normal de pH 7. La extracción se hace por decantación con volúmenes de 100 c. c. dos veces y cuatro de 50 c. c.

Conviene al hacer la primera extracción de los 100 c. c., que éstos estén en contacto con el suelo unas dos horas. Las extracciones posteriores pueden filtrarse más rápidamente. A continuación se evapora la solución a sequedad en baño de arena y se añaden unos 15 c. c. de agua regia, volviendo a evaporar. Se repite la operación por el mismo volumen de agua regia añadiendo esta segunda vez unas gotas de ácido perclórico. Se vuelve a evaporar a sequedad y se flamea el vaso hasta que no se desprendan humos.

Se recoge el contenido del vaso con 10 c. c. de agua destilada y se filtra. A continuación se precipita el potasio en medio nítrico (1 c. c. de nítrico normal) con solución al 20 por 100 de cobaltinitrito. La solución se prepara en el mismo momento en que se va a usar, pesando 1 g. de cobaltinitrito y disolviéndolo en 5 c. c. de agua destilada.

Es muy importante para la precipitación el mantener una concentración conveniente. Por eso el volumen de la solución del extracto del suelo debe ser aproximadamente de 10 c. c. para la cantidad de cobaltinitrito indicado anteriormente.

Por último, el precipitado se valora con soluciones de permanganato 0,1 normal y oxálico 0,1 normal.

Para la clasificación de suelos, según el contenido de potasio, hay distintos criterios.

Según Giriger y Magistad, todos los suelos cuyo contenido en potasio sea inferior a 14 por 100 gr. de suelos son pobres y necesitan fertilizantes.

Murphy baja este límite hasta el 6 por 100, y en cambio Demolón lo eleva hasta 45 por 100.

Alcaraz y Sequeiros toman como límite el valor del 30 por 100.

Tomando como límite 30 por 100, obtendremos la siguiente clasificación:

SUELOS POBRES		MEDIOS	RICOS	
mg. K <sub>2</sub> O/100 gr. suelo				
485-I	9,34	484-I	24,1	
485-II	16,32	484-II	23,5	482-II 40,16
485-III	11,4	489-II	21,9	483-I 48,16
485-IV	12,9	492	22,4	483-II 48,4
488-I	3,79	493	25,2	483-I <sup>17</sup> 64,73
488-II	10,98	495	26,6	487-I 64,52
488-III	10,6	498	34,4	487-II 39,2
		499	27,3	
		500	33,0	496 37,8
		501	32,7	497 40,92

No parece existir una relación clara y terminante entre cantidad de potasio total y asimilable, pues si bien hay suelos como los correspondientes al perfil 485, que son a la vez los más pobres en potasio asimilable y en potasio total, otros suelos como los 495, 498 y 500, que son muy ricos en potasio total, contiene solamente cantidades medias de potasio asimilable.

A la vista de los datos anteriores cabe hacer las siguientes consideraciones: los suelos pobres en potasio asimilable son, en general, los más silíceos; es decir, los que menor cantidad de arcilla poseen (inferiores a 15 por 100) y los más pobres en materia orgánica.

No se presenta tampoco diferencia de tendencia definida en la cantidad de potasio asimilable que contienen los suelos situados junto a la boca de riego por una parte y los del interior del campo por otra.

#### DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO ASIMILABLE

La valoración del fósforo asimilable se ha realizado por el método colorimétrico de Zindzadse modificado por Burriel-Hernando. La extracción se ha practicado tratando 0,5 grs. de suelo por el líquido extractante de pH 3'2 — 3'3. Sobre el extracto se añaden los reactivos necesarios para la valoración colorimétrica. En la tabla IV se exponen los resultados obtenidos.

TABLA IV

*Cantidad de  $P_2O_5$  total y asimilable en mg. por 100 gr. de suelo.*

Muestra	$P_2O_5$ total	$P_2O_5$ asimilable
482-I	173	8
482-II	219	4
483-I	227	6
483-II	191	4
483-III	167	4
484-I	219	6
484-II	177	2
485-I	163	5
485-II	123	6
485-III	86	8
485-IV	38	2
487-I	84	10
487-II	110	7
488-I	92	6
488-II	94	8
488-III	153	6
489-I	174	4
489-II	127	9
489-III	106	10
492	231	23
493	167	13
494	168	14
495	192	8
496	204	8
497	159	7
498	191	8
499	137	4
500	207	10
501	160	8

Observando los datos de la Tabla IV, se saca la conclusión de que no existe una relación definida entre la cantidad total de fósforo y la de fósforo asimilable, pues existen muestras con gran cantidad de fósforo total que dan valores bajos para el fósforo asimilable y viceversa.

Los suelos próximos a la boca de riego poseen mayores cantidades de fósforo asimilable que los del interior del campo; esto concuerda con la cantidad mayor que dichos suelos contienen de  $P_2O_5$  total.

La cantidad de fósforo asimilable que poseen los suelos estudiados

son bajas, y si se siguiese el criterio general para la clasificación de los suelos habría que incluir la totalidad de los suelos arroyales en la categoría de pobres y las muestras 492, 493 y 494 en la de medios. A sabiendas de que esta clasificación no es aplicable por igual a todos los suelos, ya que entre otros factores depende de su constitución (1). A nuestro parecer, estos suelos no son deficientes en fósforo, ya que dan excelentes rendimientos agrícolas, pues para las muestras 482 a la 489 inclusive, es del orden de 5.500 kilos de arroz por hectárea, y para las muestras 492-501 del orden de 6.600 kilos por hectárea. Las muestras 492, 493 y 494 se dedican, como ya se dijo, al cultivo de huerta y dan dos cosechas al año, y los cultivos más generalmente empleados son: trigo, cacahuet, cebollas, patatas y maíz en ciclo conveniente; los rendimientos medios son: trigo, 5.000 kilos por hectárea; cacahuet, 3.600 kilos por hectárea; cebolla, 36.000 kilos por hectárea, y maíz, 3.000 kilos por hectárea.

Teniendo presente estos datos es evidente la necesidad de modificar el criterio de clasificación de suelos por su cantidad en fósforo, teniendo en cuenta las condiciones especiales y los diferentes tipos de suelo.

De todas formas los bajos valores obtenidos para el fósforo asimilable quizá podrían explicar por lo menos parcialmente los menores rendimientos obtenidos en estos últimos años. Debemos recalcar, sin embargo, que estos valores pequeños de  $P_2O_5$  asimilable no se deben en modo alguno a falta de abonado, ya que se echan 500 kilogramos de superfosfato por Ha.

#### ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS SUELOS ARROZALES.

En general, el análisis mecánico muestra en todas ellas un elevado contenido en arcilla y limo. Solamente la muestra 485 arroja valores elevados para la arena gruesa (Tabla V).

Es digno de notar el aumento considerable en la proporción de arcilla de las zonas próximas a la boca de riego. Este hecho está evidentemente en relación con el mayor rendimiento en dicha zona,

---

(1) Los suelos estudiados por nosotros son calizos en grado extraordinario, y ello puede ser la causa de que, con contenidos en fósforo asimilable moderados, den rendimientos iguales o superiores a otros suelos no calizos de Centro-Europa que contengan cantidades superiores de fósforo, y que fueran las empleadas para la clasificación.

TABLE V  
Análisis mecánico

MUESTRA	Pérdida por solución	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	CO <sub>2</sub> Ca
482-I	5,2	12,3	3,7	14,2	28,8	29,60
482-II	3,4	12,8	3,1	8,3	15,3	28,90
483-I	6,6	8,3	3,1	18,4	25,4	30,0
483-II	4,1	15,8	0,8	13,2	20,7	29,7
483-III	—	8,0	2,4	16,1	39,0	27,8
484-I	—	0,8	1,3	26,0	37,7	32,0
484-II	1,74	19,90	8,59	31,8	5,6	32,9
485-I	1,5	30,5	11,2	11,0	6,7	33,6
485-II	—	—	—	—	—	33,6
485-III	1,2	36,4	8,9	12,6	7,6	35,0
485-IV	1,6	35,5	12,1	13,6	6,3	35,1
487-I	1,9	0,8	17,6	18,4	18,6	35,8
487-II	2,2	0,16	19,4	21,3	16,4	36,3
488-I	5,4	1,0	14,2	12,7	11,1	39,3
488-II	4,7	5,6	11,1	24,0	16,7	38,8
488-III	6,9	3,4	27,1	17,7	12,4	39,3
489-I	3,8	9,7	12,8	19,3	16,2	37,4
489-II	1,09	1,49	17,38	18,84	21,07	37,60
489-III	6,8	4,6	15,6	15,7	14,2	39,3
492	2,2	8,2	14,7	14,2	24,4	36,1
493	1,8	2,7	17,3	13,0	26,7	37,20
494	2,16	6,89	14,03	10,66	25,87	38,70
495	1,87	0,80	2,38	22,03	39,05	32,90
496	2,63	1,22	7,32	11,12	31,50	45,10
497	8,5	0,7	5,6	12,8	14,4	48,6
498	0,3	0,3	1,2	11,5	35,9	42,10
499	9,9	0,4	1,6	12,0	32,0	48,20
500	2,2	0,07	0,4	14,4	40,4	40,7
501	2,3	1,1	2,4	14,6	30,7	47,00



ya que la planta dispone de fracciones arcillosas constantemente renovadas que proporcionarán los elementos nutritivos en mayor cantidad que en el resto del campo. Aparte de esto, también contribuirá al mayor rendimiento los elementos nutritivos contenidos en disolución en el agua, que al ser canalizada suministra a la planta situada en las zonas inmediatas mayor cantidad de sustancias nutritivas.

La cantidad de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  es siempre mayor en los suelos situados en el interior del campo que en los que están junto a la boca de riego.

#### CAPACIDAD DE CAMBIO Y PH DE LOS SUELOS

Se ha determinado la capacidad de cambio de los suelos arrozales siguiendo la técnica de Zöberlein que emplea como desplazante acetato bórico. Los resultados se encuentran en la tabla VI.

Las muestras 492 a 501 poseen capacidades de cambio muy similares entre sí. En las muestras del delta del Ebro las oscilaciones son mayores. Las muestra 485 presentan capacidades de cambio muy pequeñas de acuerdo con el gran contenido en arena gruesa que arroja el análisis mecánico.

La determinación del pH nos indica que los suelos arrozales son todos básicos; los de la vega del Turia son algo menos básicos que los del delta del Ebro: esto podría explicarse por la gran cantidad de sales alcalinas del Ebro que lógicamente tienen que elevar el pH de los sedimentos.

#### ESTUDIO DE LAS ARCILLAS

En análisis químico de las arcillas procedentes de los suelos dedicados al cultivo del arroz (Tabla VII), demuestra que la razón  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  presenta valores que oscilan entre 2 y 3, siendo más alta en las arcillas de Tortosa que en las de Valencia.

El contenido en  $\text{CaO}$  es elevado y bastante constante, oscilando entre 7 y 10 por 100 en los casos más elevados. Se observa que la proporción de  $\text{CaO}$  en las arcillas es muy inferior a la de los suelos; esto hace suponer que el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se acumula en las fracciones de mayor tamaño de grano. En los suelos de Alfafar se han podido observar en las fracciones de arena fina y arena gruesa la presencia de numerosos caparzones de caracolillos de diferentes especies, lo cual se debe a que en un tiempo estos campos fueron el fondo de un lago.

TABLA VI  
*Capacidad de cambio y pH de los suelos arrozales*

Muestra	Capacidad	pH
482-I	—	8,45
482-II	17,0	8,35
483-I	17,0	8,30
483-II	29,1	8,19
483-III	16,5	8,50
484-I	12,8	8,56
484-II	14,8	8,66
485-I	7,2	8,58
485-II	6,9	8,56
485-III	7,3	8,53
492	20,8	8,19
493	19,4	7,51
494	21,7	7,35
495	20,6	7,56
496	16,9	7,87
497	16,4	7,41
498	18,6	7,53
499	19,3	7,49
500	16,1	7,66
501	16,0	7,59

TABLA VII.—Arcilla.

MUESTRA	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P. des. y calc. %
482-I	31,36	16,72	5,11	0,42	9,52	2,56	2,67	3,28	0,19	24,64
482-II	31,54	13,27	8,21	0,34	7,58	2,25	2,90	4,04	0,30	28,36
483-I	32,02	15,70	3,64	0,30	7,74	2,62	3,02	3,47	0,14	29,65
483-II	34,36	26,05	0,21	0,47	2,54	4,53	1,87	2,24	0,20	21,78
483-III	39,72	23,97	5,29	0,50	6,46	2,87	2,47	2,52	0,14	18,68
484-I	40,00	21,02	7,46	0,47	7,30	4,55	2,64	3,24	0,23	17,28
484-II	39,38	21,64	3,10	0,43	6,50	3,95	2,83	3,09	0,09	16,40
485-I	34,68	16,46	3,38	0,38	9,14	3,75	3,17	3,58	0,13	21,54
485-II	32,88	14,52	3,38	0,38	9,28	4,44	3,35	3,85	0,15	21,52
485-III	32,05	12,47	2,34	0,40	9,97	4,28	3,90	4,37	0,12	24,88
485-IV	33,51	11,66	5,14	0,35	6,82	2,45	2,86	3,42	0,20	21,91
487-I	28,47	15,75	5,50	0,356	7,82	3,16	2,51	3,07	0,22	24,42
488-I	39,63	19,77	6,02	0,41	8,78	2,57	2,85	3,41	0,19	16,56
488-II	36,18	20,06	5,28	0,51	10,71	2,90	2,63	3,01	0,17	18,10
488-III	36,91	19,58	6,91	0,61	9,94	2,13	2,61	3,20	0,22	17,76
489-I	39,67	20,34	6,93	0,56	7,53	2,97	2,72	3,32	0,22	17,12
492	35,28	22,69	5,84	0,42	4,20	5,43	2,27	2,64	0,16	19,28
493	36,78	21,02	5,65	0,45	10,02	2,40	2,54	2,87	0,17	19,97
494	35,54	18,20	4,19	0,61	10,14	3,87	2,90	3,32	0,15	20,96
495	39,50	20,75	7,15	0,55	6,64	3,86	2,65	3,24	0,22	15,34
496	36,40	20,58	3,19	0,53	7,28	2,97	2,74	3,01	0,099	20,70
497	38,12	21,31	5,84	0,44	6,46	2,68	2,59	3,04	0,17	20,12
498	38,96	20,53	5,39	0,63	7,30	3,67	2,76	3,23	0,17	17,06
499	37,23	25,92	3,46	0,72	7,24	1,83	2,25	2,44	0,095	19,18
500	32,36	26,57	5,84	0,39	7,84	3,87	1,82	2,07	0,14	16,72
501	36,92	25,52	4,50	0,58	8,54	3,10	2,22	2,46	0,11	18,74

El contenido medio de CaO en las arcillas de Alfafar es 7,7 por 100, y en las de Tortosa 7,9 por 100.

En cambio, el contenido en MgO es mayor en las arcillas que en los suelos, aunque las diferencias son pequeñas; así, pues, prácticamente todo el magnesio del suelo se encuentra en la fracción arcilla. Las arcillas de Tortosa contienen por término medio 3,2 por 100 de MgO, y las de Alfafar 3,3 por 100. Esta proporción de MgO, evidentemente elevada, hay que interpretarla con toda probabilidad como debida a la elevada proporción en que se encuentra la illita en las arcillas que nos ocupan. Este punto de vista viene apoyado por la considerable proporción en que se halla el  $K_2O$  en los suelos.

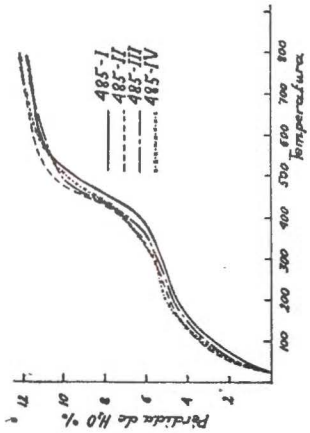
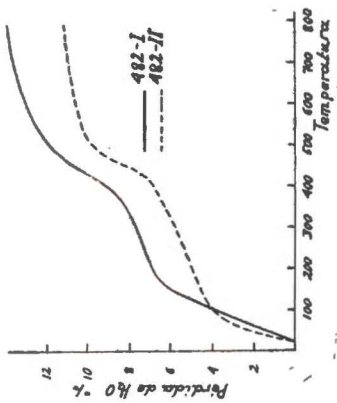
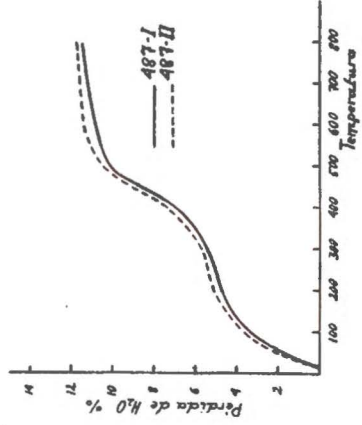
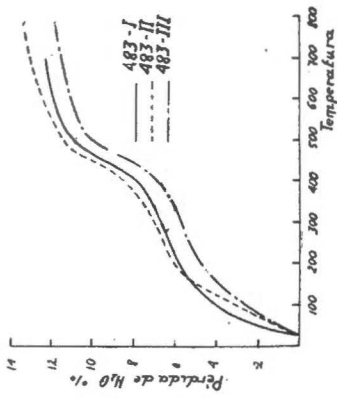
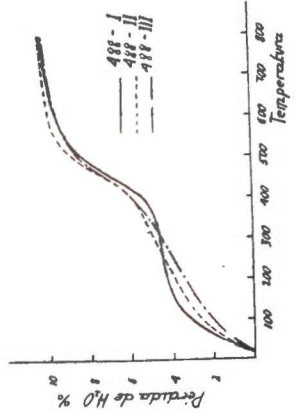
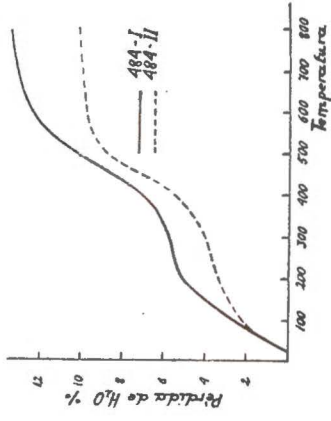
Con el fin de disponer de más elementos de juicio para dictaminar sobre la composición mineralógica de estas arcillas, se han determinado las curvas de deshidratación de las mismas y de análisis térmico diferencial, empleando la técnica ya descrita en trabajos anteriores.

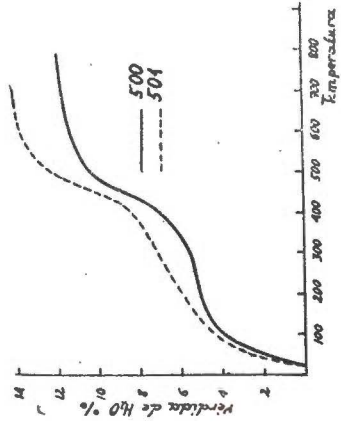
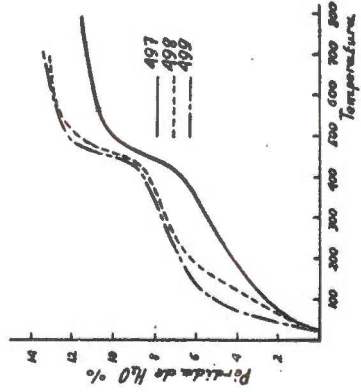
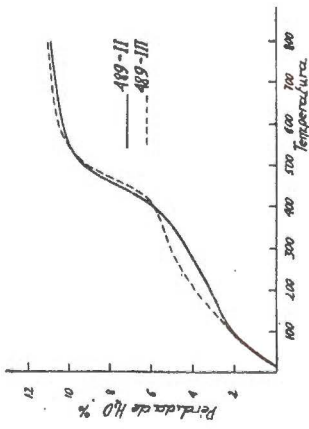
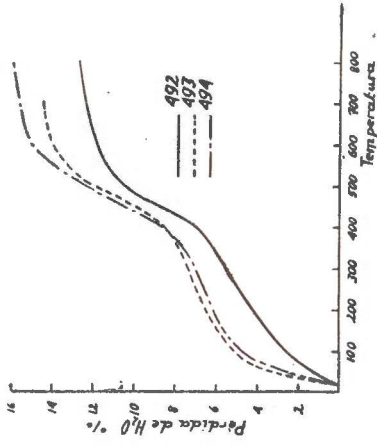
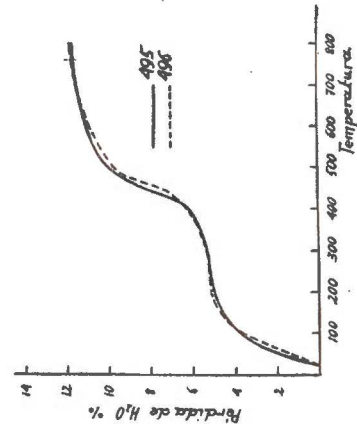
Las curvas de deshidratación de las arcillas procedentes de los arrozales de Alfafar son todas muy semejantes y pueden interpretarse muy bien como producidas por una asociación de haloisita e illita con cantidades pequeñas de geles. En efecto, las pérdidas de agua hasta 200° oscila entre 5 y el 6 por 100. Entre 200 y 400° las pérdidas de agua son moderadas, del 1 al 2 por 100. De 400 a 500° experimentan una pérdida brusca de agua que se puede cifrar en un 4 por 100. Finalmente, de 500 a 800° las pérdidas de agua son pequeñas, del 1 al 2 por 100. La presencia de minerales del grupo de la montmorillonita parece más bien improbable por la baja razón  $SiO_2/R_2O_3$  que presentan estas arcillas.

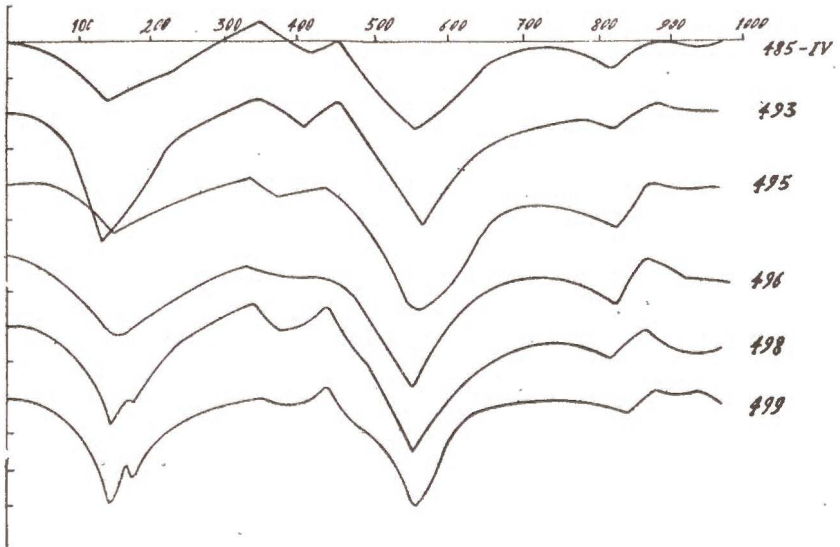
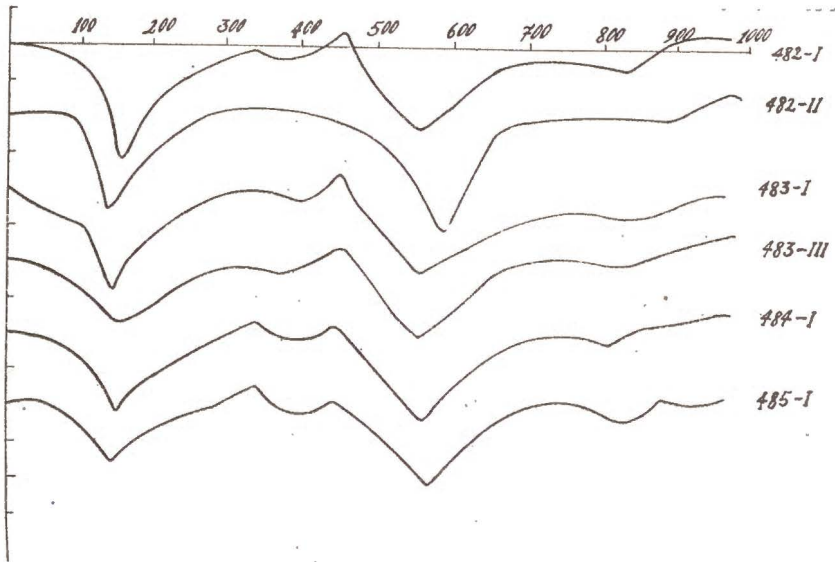
Estas conclusiones están en buena armonía con los resultados nuestros y los de otros autores, quienes han encontrado que los suelos rojos contienen minerales del grupo del caolín y micas hidratadas.

Resulta interesante comparar la curva de deshidratación de la muestra 497 con las de las muestras 498 y 499; como puede observarse, la primera presenta pérdidas de agua a 200° mucho más moderadas que las dos últimas, indicándonos una menor riqueza en illita y un mayor contenido en cuarzo, lo que concuerda con el análisis químico referente al rendimiento agrícola de estos campos, que produce por término medio el 10 por 100 de kilos menos que los otros dos.

Las arcillas del delta del Ebro presentan curvas similares a las







anteriores y por ello hay que atribuirles una composición mineralógica semejante.

Las curvas de análisis térmico diferencial de las arcillas de los suelos arrosales se caracterizan por presentar dos efectos endotérmicos marcados a 150 y 575°; finalmente, existe un tercer efecto endotérmico, muy ligero, seguido de otro exotérmico, también pequeño, a unos 880°. (La forma de esta curva es semejante a la de la illita. En cambio, no se observa de un modo claro el efecto exotérmico a 950° típico del grupo del caolín. Esto pudiera interpretarse en el sentido de que la cantidad de estos minerales es más bien reducida, o porque la presencia de otros cuerpos, quizá los óxidos de hierro, disminuyan dicho efecto.

La existencia de óxidos hidratados de hierro se manifiesta en las curvas de análisis térmico diferencial por un pequeño efecto endotérmico alrededor de los 400°.

#### CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup> Los suelos arrosales son preponderantemente calizos (30-48 %): su contenido en arcilla es considerable en la mayor parte de los casos. La capacidad de cambio oscila entre 12 y 21 mequiv, por 100 gr. de suelo. El pH presenta valores comprendidos entre 7,5-8,5; son por lo tanto suelos alcalinos.

2.<sup>a</sup> La fracción arcilla de estos suelos está constituida predominantemente por illita con cantidades moderadas de haloisita y geles de óxidos de hierro.

3.<sup>a</sup> Las cantidades de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  totales varían entre los siguientes límites:  $P_2O_5$ , 84-231 mg. por 100 gr. de suelo;  $K_2O$ , 1-2,7 por 100. La reserva del suelo en estos elementos fertilizantes es por lo tanto buena.

4.<sup>a</sup> Las cantidades de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  asimilables son las siguientes:  $P_2O_5$ , 4-23 mg.;  $K_2O$ , 30-64 bg. por 100 gr. de suelo. Los valores de  $P_2O_5$  asimilable son bajos y ello puede ser una causa del descenso en la producción de los últimos años.

5.<sup>a</sup> El criterio generalmente admitido, para la clasificación de suelos en cuanto a su contenido en fósforo asimilable, debe ser modificado en el caso de suelos calizos porque de seguirlo habríamos de dar los suelos estudiados como muy deficitarios en fósforo, cosa que está en oposición al excelente rendimiento de estas tierras.



6.<sup>a</sup> La cantidad de arcilla es mayor en los suelos situados junto a la boca de riego que en el interior del campo. Esto se debe a las continuas aportaciones de arcilla procedente del agua del río. Esta arcilla, completamente fresca, debe ser rica en elementos nutritivos y esto explica el mayor rendimiento agrícola de estas zonas.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL  
*Secciones de Físico-Química y Química  
Analítica. Madrid.*

#### RESUMEN

Se han estudiado varias muestras de suelos arrozales de la vega del Turia y de la delta del Ebro, habiéndose determinado su composición química, análisis mecánico, materia orgánica, nitrógeno, capacidad de cambio y pH. Se ha extraído la fracción arcilla de la cual se ha hecho el análisis químico y mineralógico, este último mediante curvas de deshidratación y análisis térmico diferencial. Estas determinaciones permiten afirmar que los suelos arrozales son fuertemente calizos (30-48 %) y que la fracción arcilla es predominantemente de naturaleza illítica.

Se han investigado también las cantidades de fósforo y potasio total y asimilable contenidas en los suelos.

Se hacen algunas consideraciones sobre la fertilidad en relación con los datos obtenidos.

#### SUMMARY

Several samples of soils for rice cultivation from the plain of Turia and the Ebro delta have been studied by the determination of their chemical composition, mechanical analysis, organic matter, nitrogen, exchange capacity and pH. The clay fractions have been extracted and their chemical and mineralogical analyses carried out, using for the latter dehydration curves and differential thermal analysis. The determinations allow the conclusion that these rice-field soils are highly calcareous (30-48 %) and that the clay fraction is prevailing of illite nature.

The phosphorus and total potassium amounts and assimilable contents in the soils were also investigated.

Some statements are given with regard to fertility in relation to the data obtained.



# ESTUDIO FISICO QUIMICO DE LAS ARCILLAS DEL LEVANTE ESPAÑOL (III)

por

J. I. FERNANDEZ ALONSO y F. COSTELL LANDETE

Prosiguiendo nuestras investigaciones (1) (2) sobre la clasificación sistemática, desde el punto de vista de la estructura y propiedades físicoquímicas de las arcillas del Levante español, en el presente trabajo abordamos el estudio de diversos minerales procedentes de las zonas de Liria (Valencia) y Onda (Castellón), cuyos emplazamientos son los siguientes:

- Muestra núm. 23. Caolín de la Mina Filo. Villar del Arzobispo (Valencia).
- Muestra núm. 24. Caolín de la Mina Paquita y Gloria. Villar del Arzobispo (Valencia).
- Muestra núm. 25. Arcilla de la Mina Filo. Villar del Arzobispo (Valencia).
- Muestra núm. 30. (&) Caolín. Cardenete (Cuenca).
- Muestra núm. 31. Caolín. Mina Mutua (Faubel). Chera (Valencia).
- Muestra núm. 34. Arcilla de San Antonio. Onda (Castellón).
- Muestra núm. 35. Arcilla de Monteblanco. Onda (Castellón).
- Muestra núm. 36. Arcilla de Ratils (variedad marrón). Onda (Castellón).
- Muestra núm. 37. Arcilla de Ratils (variedad blanca). Onda (Castellón).

Los caolines pertenecen a los tipos más diversos que se encuentran en esta región, poseyendo caracteres específicos que los hacen aplicables a la industria cerámica. Se hallan impurificados por arena cuarzosa, obteniéndose por término medio un rendimiento del orden del 10 por 100 en caolín, porcentaje que depende, en gran parte, del

procedimiento empleado para su beneficio. La muestra número 25 se encuentra en betas esporádicas de la mina Filo, de donde se extrae la número 23. En cuanto a las restantes arcillas, se emplean en la manufactura de azulejos de Onda, estando los yacimientos situados en los alrededores de la citada localidad.

#### PARTE EXPERIMENTAL

*Toma de muestra.* Se realizó esta operación siguiendo las normas ya indicadas en nuestro trabajo anterior (1). Las muestras caoliníferas proceden de los productos de levigación, es decir, una vez salen de las balsas de sedimentación donde previamente se les ha separado la arena gruesa semifina y fina.

*Análisis químico.* Los métodos analíticos seguidos también se indicaron en el mismo trabajo (1). En el análisis de algunas muestras se aplicó el método preconizado por Runnels (3), consistente en separar el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{TiO}_2$  del  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mediante el cupferrón.

Los resultados del análisis químico se consignan en la Tabla I.

TABLA I

Muestra	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	CaO	MgO	$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}}$	Pérdida fuego
23	59,54	23,89	0,75	0,43	0,51	0,83	3,82	9,90
24	62,53	25,04	0,70	0,48	0,75	0,03	0,43	9,75
25	72,09	15,77	1,56	1,13	1,28	0,15	1,66	5,73
30	50,69	32,58	0,80	0,06	1,62	0,69	0,50	13,09
31	78,70	9,98	0,62	0,30	0,94	0,32	7,16	1,93
34	37,34	13,18	3,28	1,09	15,12	2,89	7,85	19,10
35	24,87	11,35	1,50	0,87	26,84	5,46	0,26	29,00
36	41,43	16,46	2,82	0,99	12,83	1,02	6,52	17,64
37	35,43	13,39	2,25	0,95	20,95	0,10	5,34	21,30

*Sílice libre.* En el análisis de estos minerales, y sobre todo en el de los caolines, el porcentaje de sílice es un número arbitrario que depende del proceso de lavado a que se sometió el material, por lo cual sería absurdo sacar conclusiones de la relación sílice/alúmina. Para evitar este error, se introdujo la determinación de la llamada sílice libre, cuyos fundamentos ya dimos (1). En la Tabla II se recogen los resultados hallados. Se obtiene un valor próximo a 2 para las muestras números 23, 24, 30 y 31, valor que corresponde a la caoli-

mita. Los valores calculados para las restantes muestras indican que éstas pueden pertenecer a minerales del grupo de la illita (4).

TABLA II

MUESTRA	Sílice libre — Por 100	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
23	29,84	2,1
24	32,65	2,0
25	48,41	2,6
30	10,19	2,1
31	67,23	1,9
34	8,90	3,6
35	6,60	2,7
36	14,84	2,7
37	18,31	2,2

*Intercambio iónico.* Como los fundamentos de este importante fenómeno coloidal, presentado por los minerales arcillosos, ya se discutió en otro lugar (1), sólo indicaremos aquí alguno de los aspectos más importantes.

La facilidad de cambio viene regida, en términos generales, por las reglas de Wiegner (5), según las cuales el cambio aumenta con la valencia y disminuye con la hidratación del ion. Para un mismo catión los diferentes minerales presentan distintas energías de reemplazamiento; pero, además, para un mismo mineral y catión los valores hallados también dependen de la historia de la arcilla.

La determinación de la capacidad total de cambio por el método de la valoración potenciométrica se basa en el comportamiento de las arcillas como compuestos ionizables (\*), presentando una o más constantes de ionización. La forma de estas curvas varía con la base empleada, y con la clase y concentración de la arcilla. Por regla general sólo presentan un punto de inflexión que se adopta como punto de equivalencia, dependiendo su posición de la naturaleza del material y de la base usada. Las curvas correspondientes a las caolinitas y montmorillonita presentan una doble inflexión (6).

(\*) Hemos de recordar que la acidez de las arcillas no corresponde a la de una verdadera disolución de la sustancia, por lo que ha habido necesidad de introducir el término «efecto de suspensión», que se aplica a los iones hidrógeno que acompañan a las partículas coloidales.

Las curvas obtenidas en la valoración de diferentes concentraciones de un mineral arcilloso con una misma base, suelen cortarse en

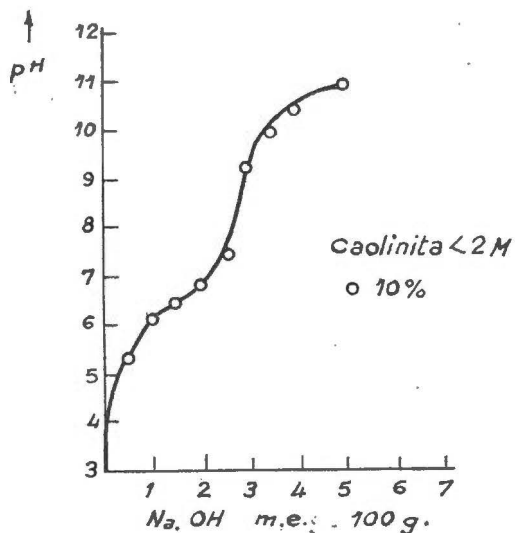


FIG. 1.

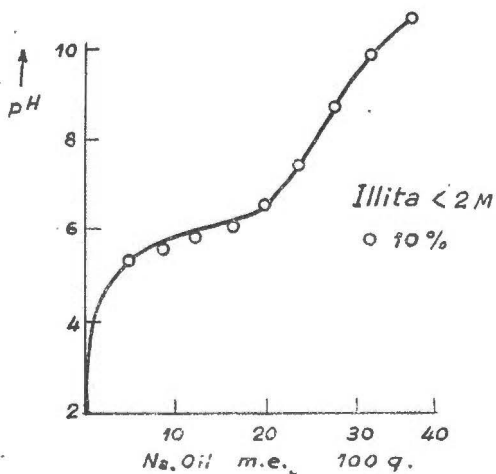


FIG. 2.

muy próximas a un punto de inflexión, lo que cumplen muy bien la caolinita, illita y beidellita, pero no así la montmorillonita (6). Las figuras 1 y 2 muestran dos curvas típicas: caolinita e illita, respectivamente, que luego nos servirán para comparar con las halladas

por nosotros. El comportamiento de la primera se asemeja al de un ácido débil, mientras que el de la segunda al de un ácido fuerte. Sin embargo, el ataque de las partes expuestas de las redes de montmorillonita e illita por iones hidrógeno enmascara el poder de estas sustancias como ácidos, liberándose iones aluminio y convirtiéndose en arcillas aluminio-hidrógeno (7).

Si se analiza la curva de valoración de una arcilla con una base fuerte, se observan las características siguientes: *a*), parte inicial, que recuerda la de un ácido débil; *b*), tramo con menos pendiente característico de un ácido fuerte, y *c*), proximidad del punto de inflexión, que se asemeja al de la valoración de un ácido débil por una base débil.

Nuestros resultados experimentales, consignados en la Tabla III, se refieren a la clase H, habiéndose realizado la valoración con un potenciómetro ETCO, previamente calibrado.

TABLA III

Muestra.....	23	24	25	30	31	34	35	36	37
m. e. q.	pH								
1,95	6,5	6,3	5,7	6,3	6,4	—	5,6	—	—
3,91	7,3	7,3	6,5	7,1	6,7	—	6,3	—	—
5,86	8,1	7,9	7,2	7,7	6,8	—	6,5	—	—
7,81	8,8	10,6	8,1	8,1	7,3	—	6,7	—	—
9,77	10,0	11,0	8,2	8,8	8,7	—	7,1	6,9	—
11,72	10,3	11,3	8,3	9,0	9,2	6,5	7,3	—	—
13,67	10,4	11,5	8,5	9,3	9,6	6,9	7,5	7,4	6,7
15,63	10,8	11,6	8,7	9,7	10,0	7,1	7,6	7,7	6,9
17,55	—	—	—	—	—	7,3	7,8	—	7,3
19,50	—	—	—	—	—	7,8	8,2	9,2	7,7
21,45	—	—	—	—	—	8,2	9,4	9,6	8,1
23,40	—	—	—	—	—	8,6	9,6	10,1	8,5
25,35	—	—	—	—	—	9,0	—	10,2	9,4
27,35	—	—	—	—	—	—	—	—	9,5

En las figuras 3, 4 y 5 se presentan las gráficas correspondientes.

*Análisis granulométrico.* Se efectuó mediante el procedimiento la pipeta de Andreasen y el dispersante empleado varió con las muestras estudiadas. Para que los resultados fueran comparables se dividieron éstas en dos grupos el primero—comprendiendo las cinco primeras muestras—se dispersó con una disolución de carbonato só-

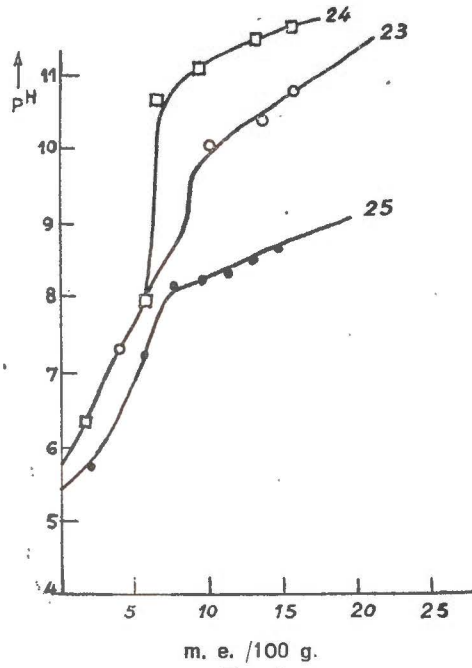


FIG. 3.

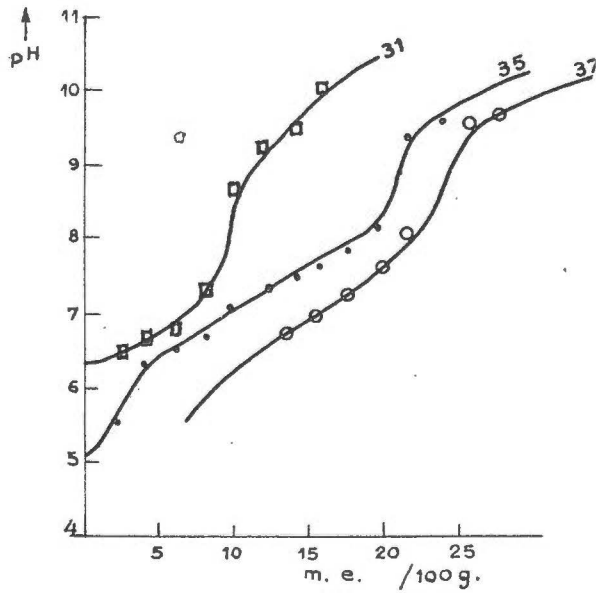


FIG. 4.



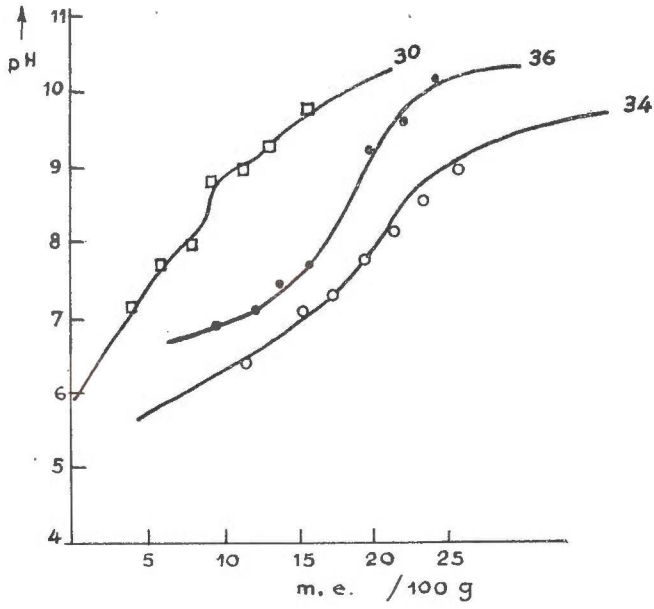


FIG. 5.

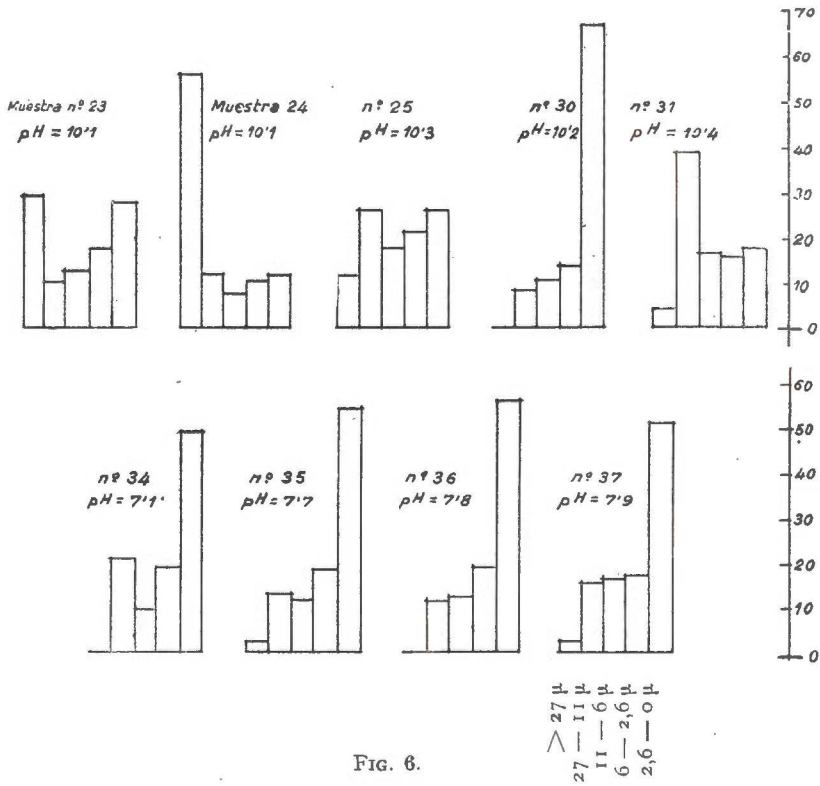


FIG. 6.

dico al 2 por 1.000, aproximadamente; el segundo, con las restantes, con una disolución de hexametáfosfato sódico a la misma concentración. Se observó que el último grupo de arcillas coagulaba con el carbonato sódico. Los resultados hallados se recogen en la Tabla IV, y en la figura 6 se muestran las gráficas de distribución de las dispersiones óptimas.

TABLA IV

Muestra.....	23	24	25	30	31	34	35	36	37
pH	10,1	10,1	10,3	10,2	10,4	7,1	7,7	7,8	7,9
> 27 $\mu$	29,5	56,3	11,8	—	5,6	—	2,2	—	2,0
27-11 $\mu$	11,3	12,9	25,4	8,7	40,3	20,6	13,6	12,4	15,3
11-6 $\mu$	13,1	7,1	17,1	10,3	18,4	9,5	12,1	12,7	15,4
6-2,6 $\mu$	17,3	11,0	20,5	14,2	16,7	18,9	17,3	19,8	16,1
2,6-0 $\mu$	28,8	12,7	25,2	66,8	19,0	49,0	54,8	55,1	51,2

*Imbibición.* Se empleó la misma técnica de nuestro trabajo anterior (2). Las muestras utilizadas lo fueron sólo de la clase H. Los resultados obtenidos se consignan en la Tabla V, a partir de los cuales se construyeron las gráficas de las figuras 7, 8 y 9.

TABLA V

T (seg)...	10	60	120	180	300	600	1.200	2.400	5.400	10.800
Muestra	Agua absorbida en ml. por 100 g. de sustancia									
23	75,7	113,5	115,6	117,7	115,7	116,1	116,7	118,0	122,1	130,2
24	19,7	105,2	131,5	138,1	141,4	142,6	144,7	148,2	160,1	185,2
25	80,6	125,2	130,0	143,3	143,7	145,0	152,3	162,5	192,6	235,0
30	34,0	152,1	153,5	155,8	156,0	156,8	157,5	160,0	166,6	178,7
31	47,3	149,9	167,1	168,7	171,4	175,6	184,2	137,5	214,2	250,2
34	77,25	106,4	110,6	112,5	115,0	119,0	121,2	135,7	155,0	200,1
35	93,5	112,8	118,3	119,1	121,0	123,8	127,5	136,2	162,5	205,1
36	97,5	108,3	108,8	109,5	110,2	113,7	118,0	125,3	137,2	175,3
37	87,5	116,1	119,9	120,6	125,6	127,5	135,1	144,7	170,1	212,5

*Deshidratación.* Se ha seguido el método de pesada continua, para lo cual se empleó el dispositivo montado en nuestro Laboratorio y ya utilizado en trabajos previos.

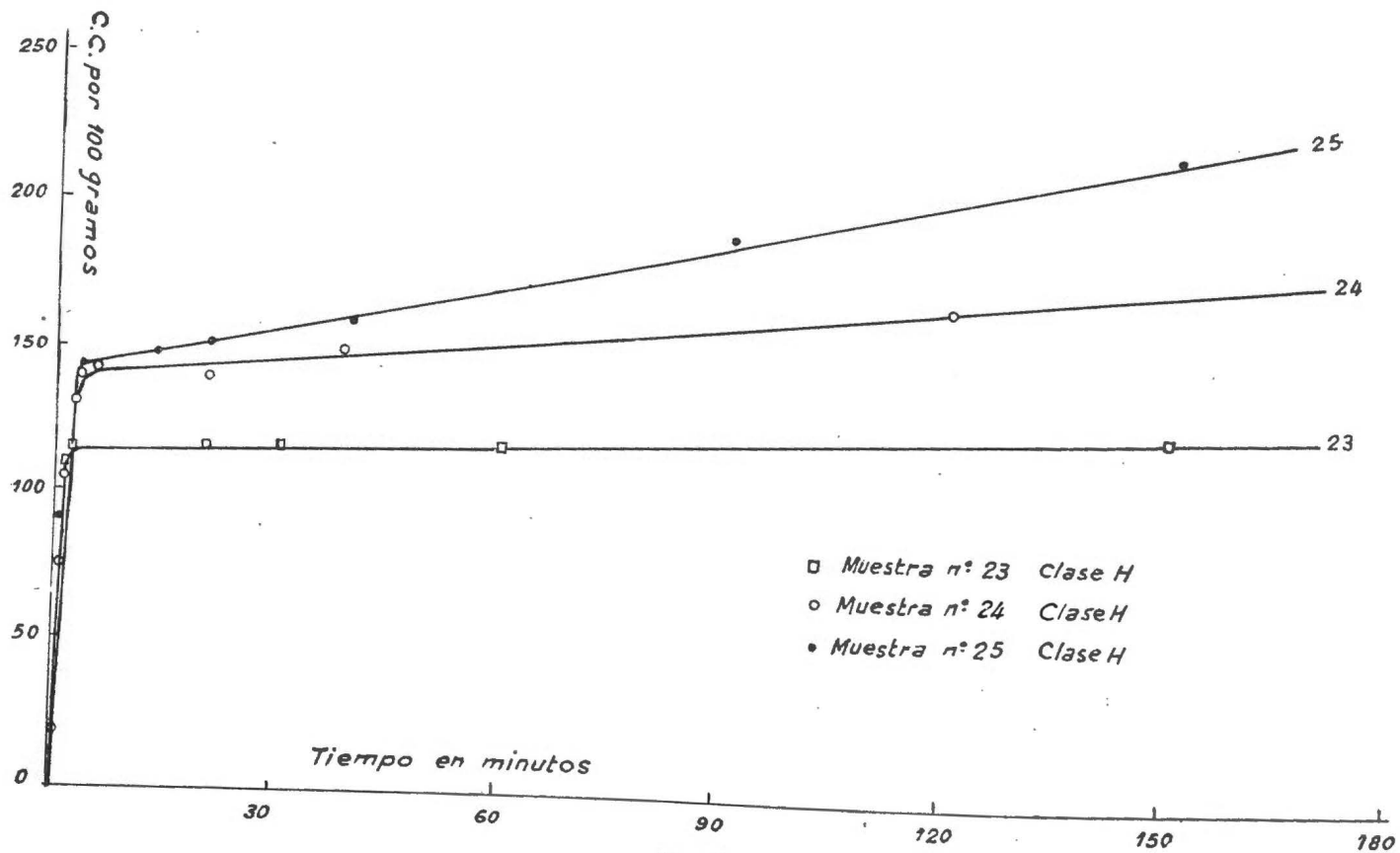


FIG. 7.

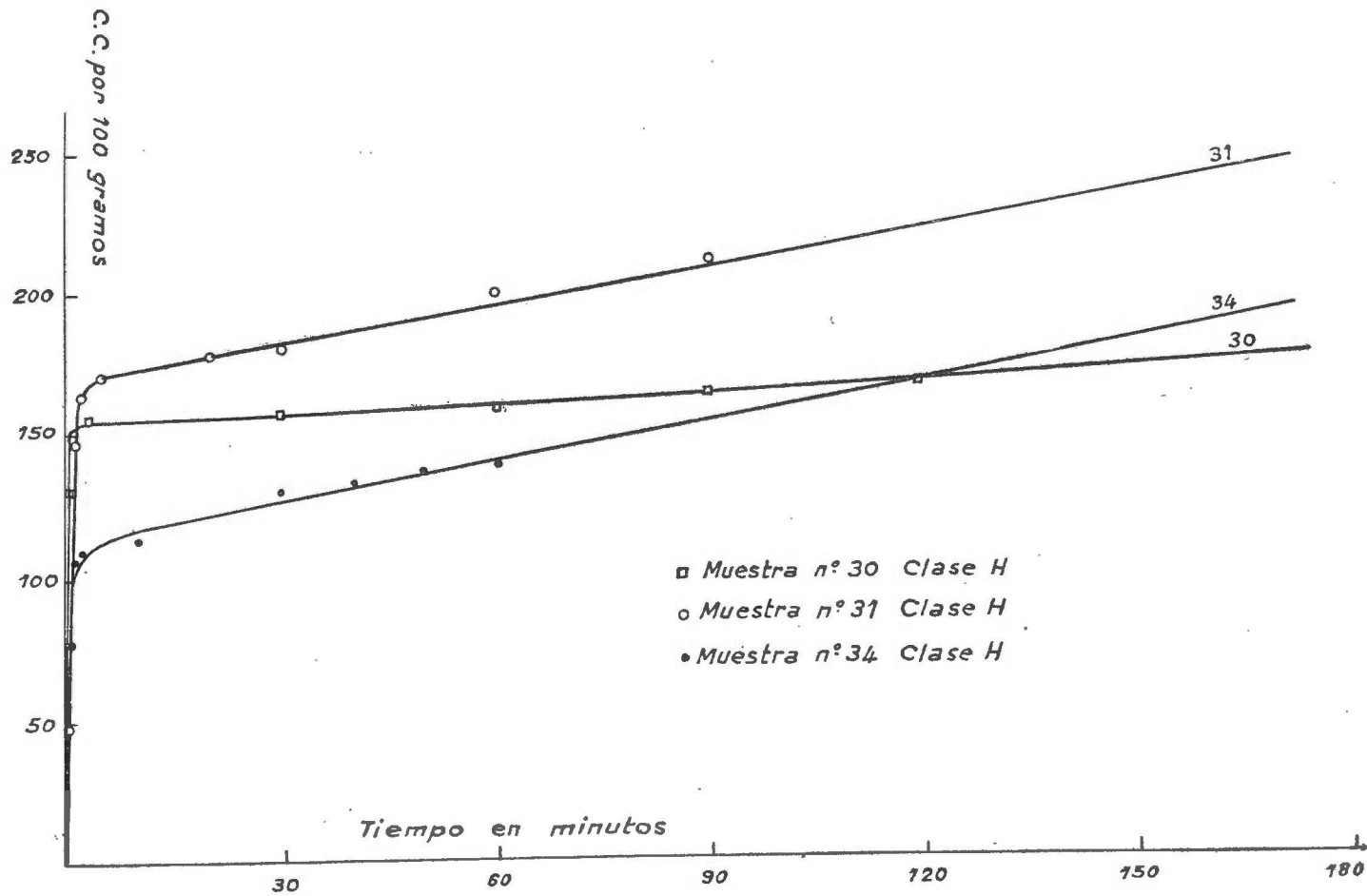


FIG. 8.

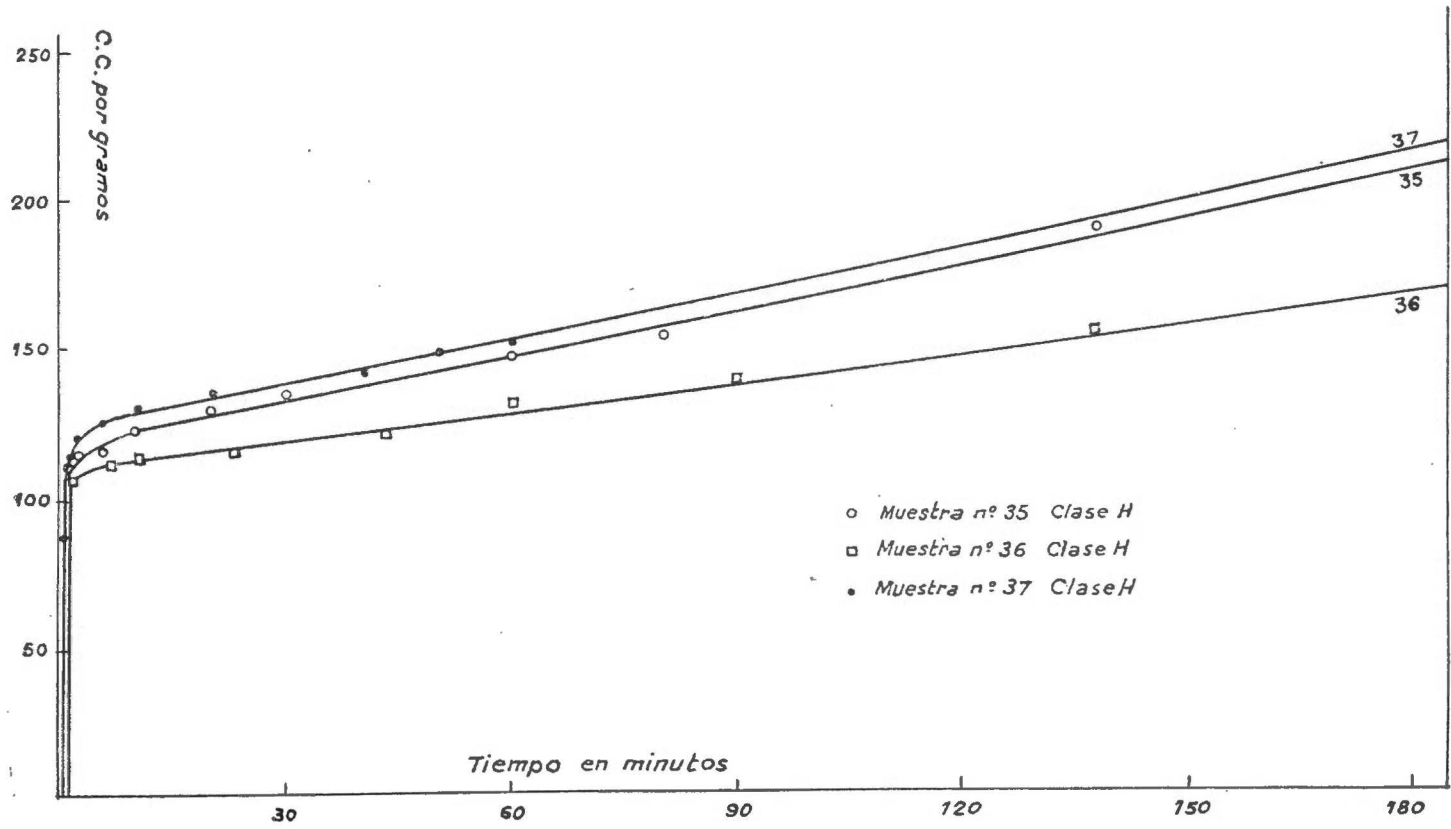


FIG. 9.

Descrito a grandes rasgos, consta de una balanza de precisión de la Casa Sartorius, de uno de cuyos platillos pende un hilo de platino que lleva sujeto el pocillo donde se coloca la muestra objeto

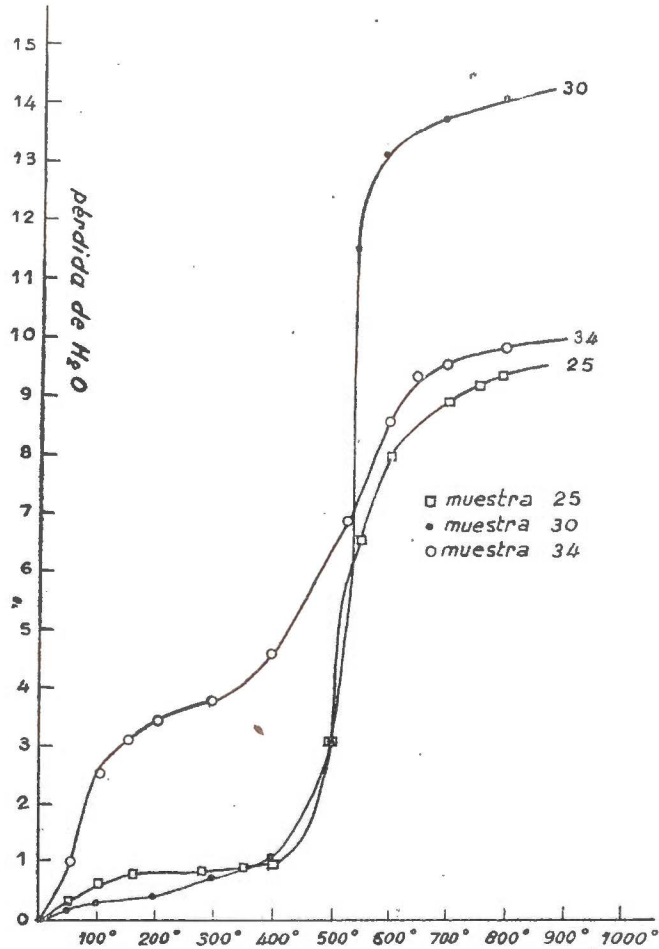


FIG. 10.

de estudio, que se introduce en un horno eléctrico a base de resistencia Kahntal, en el que se logran los 1.000°C. El control de temperatura se realizó mediante un regulador «SUNVIC», y la medida se hizo mediante un par Pt-PtRh, de la Casa Chauvin Arnoux, previamente calibrado.

Las muestras utilizadas en nuestros ensayos tenían un tamaño

inferior a dos micras, las cuales se trataron con ácido clorhídrico N/5, a fin de transformarlas en la clase H y consiguiente destrucción de los carbonatos, que sobre todo en las muestras 34, 35, 36

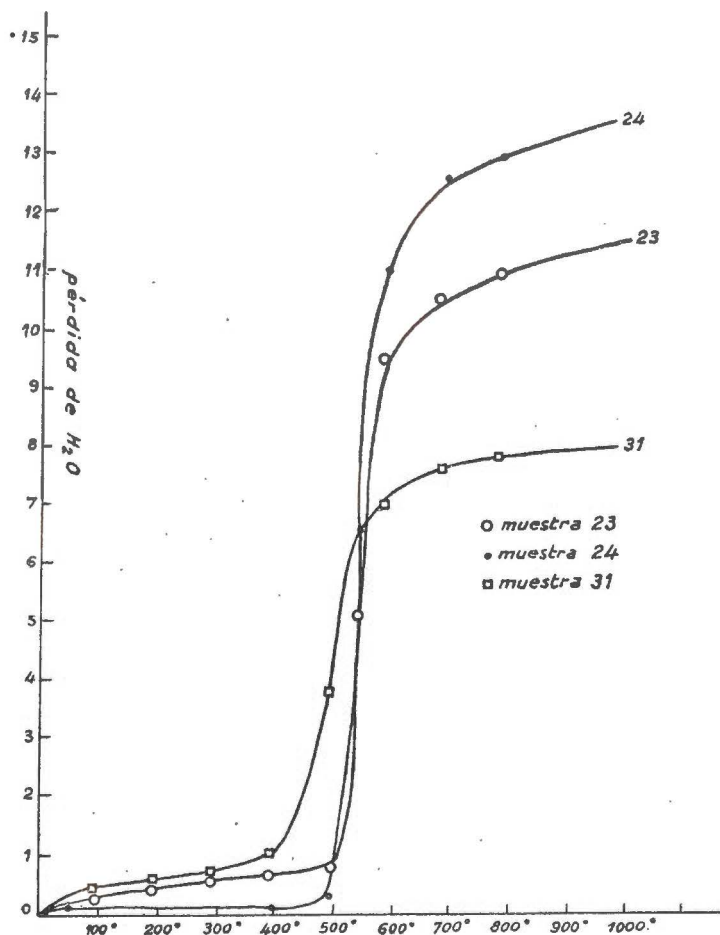


FIG. 11.

y 37 es bastante grande. Seguidamente se les eliminó la materia orgánica, tratándolas con peróxido de hidrógeno.

En la Tabla siguiente se indican los resultados obtenidos, a partir de los cuales se construyen las curvas de las figuras 10, 11 y 12.

Puede observarse que los gráficos de las muestras 34, 35, 36 y 37 difieren notablemente de los del otro grupo; ello nos hace

TABLA VI

Temp. °C	50	100	200	300	400	500	550	600	700	800
Muestra	Por ciento de pérdida de agua									
23	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,86	9,53	10,57	11,00
24	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,35	6,66	11,13	12,55	13,04
25	0,36	0,69	0,80	0,82	0,97	3,35	6,56	8,00	8,99	9,40
30	0,20	0,30	0,40	0,76	1,06	3,02	11,52	13,17	13,76	14,13
31	—	0,52	0,65	0,71	1,18	4,42	6,61	7,22	7,68	7,84
34	1,00	2,57	3,47	3,79	4,55	6,20	7,10	8,58	9,50	9,81
35	0,70	1,23	3,60	3,83	5,74	9,08	9,48	9,79	10,26	10,51
36	0,05	1,58	2,54	2,97	3,60	4,82	—	8,27	9,05	9,25
37	0,63	2,09	3,12	3,71	4,52	7,39	—	9,00	9,61	9,86

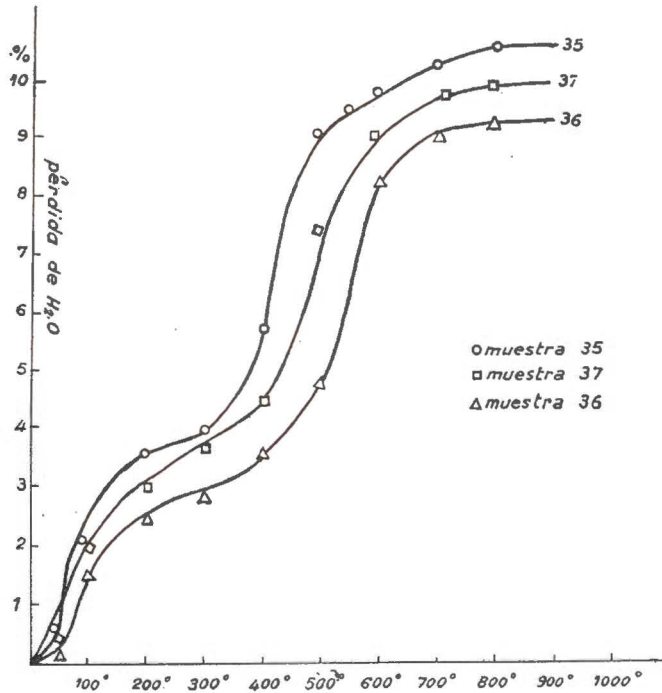


FIG. 12.

pensar que pueda haber una gran parte de componente illita, ya que las curvas de deshidratación tipo de este mineral presentan unas zonas perfectamente definidas entre 50-250°C y entre 500 y 650°C, lo que



puede observarse en las curvas halladas por nosotros. En cuanto al otro grupo todas son indudablemente caolinitas.

A la vista de los resultados obtenidos en las diferentes determinaciones, se tiene:

Para el primer grupo de muestras, recordando que el valor hallado para la relación sílice/alúmina, es próximo a 2; que el punto de equivalencia es alrededor de 7 m. e. q.; y vistas las curvas de deshidratación podemos afirmar que se trata de minerales de componente mayoritario de caolinita. Para el segundo grupo la relación sílice/alúmina vale alrededor de 3; el punto de equivalencia es de alrededor de 20 m. e. q., y vistas las curvas de deshidratación probablemente es una mezcla de caolinita con otro mineral, quizás illita.

\* \* \*

Expresamos nuestro agradecimiento a don Vicente García Aracil y don Angel Soler Ruiz por la colaboración prestada.

*Instituto «A. de Gregorio Rocasolano».*  
*Laboratorio de Química Física.*  
*Universidad de Valencia.*

#### SUMMARY

Following our research on the physicochemical properties of Eastern Spain clays, five samples from the Liria zone (Valencia) and four ones from Onda (Castellón) are studied in this work. The ratio silicon alumina is about 2 in the first samples and 3 in the second ones. On the other hand the curve of base change show inflection points in the proximity of 7 and 20 milliequivalents, respectively. The conclusion is drawn therefore that the main component in the first group is the kaolinite, and the second is a mixture of kaolinite with other mineral, illite perhaps.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) FERNÁNDEZ ALONSO, J. I.; GASCÓ, L. e HIDALGO, A. 1950. *Anal. Fis. y Quím.* B. 46: 187.
- (2) ——— HIDALGO, A y GASCÓ, L. 1950. *Ibid.* B. 46: 197.
- (3) Aun cuando esta muestra no pertenece geográficamente a una localidad de la región levantina, se estudia aquí por ser de la misma zona minera y materia prima de su industria.
- (4) RUNNELS, R. T. 1950. *J. Am. Cer.* 33, 2: 51-53.
- (5) MARSHALL, C. E. 1949. *The Colloid Chemistry of the Silicate Minerals*, Academic Press Inc. New York. Cap. V.
- (6) ——— *Ibid.*: 122.
- (7) Ref. 4: 108.
- (8) Ref. 4: 110.



# NOTA PRELIMINAR PARA EL ESTUDIO DE LAS RAÑAS

por

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

Las rañas constituyen, tanto por sus aspectos geológicos como edafológicos, entidades geológico-geográficas dignas de un estudio detenido, ya que plantean problemas de gran envergadura, y, por otra parte, caracterizan amplias comarcas de Extremadura.

## 1. SITUACIÓN DE LAS RAÑAS QUE ESTUDIAMOS

Nosotros, en nuestros recorridos por estas regiones, hemos tenido ocasión de hacer algunas observaciones geológico-edafológicas que queremos exponer, siquiera sea muy brevemente, abórdando especialmente algunos aspectos que atañen a su constitución y su fertilidad derivada ésta de aquélla.

Los terrenos que nos ocupan quedan enclavados hacia la parte más meridional del macizo cuarcitoso de las Villuercas, entrando ya hacia el S. y limitándolas por esta parte el gran río extremeño que es el Guadiana, o algunos de sus afluentes, como son el Gargáligas, Rucas, etc. Pueblos como Cañamero, Castilblanco, Valdecaballeros, etcétera, quedan situados dentro del amplio dominio de estas formaciones que se prolongan hacia los montes de Toledo, y que se destacan a primera vista por su desconcertante horizontalidad. Planicies inmensas surcadas por algunos riachuelos o arroyos como el Guadalupejo, el Guadarranque, etc., discurren por estos parajes, y su recorrido lo hacen con un valle de características muy perfiladas.

## 2. SU GEOMORFOLOGÍA

La morfología está caracterizada, como ya hemos indicado, por su horizontalidad amplia e inmensa, de perfiles muy sencillos (figu-

ra 1), y recortados por valles de forma U, que en conjunto se desflecán desde su origen, ofreciéndose por ello una serie de a manera de gigantescas escolleras en abanico, que dan lugar a un relieve muy característico. Es una formación digitada de grandes llanuras hen-

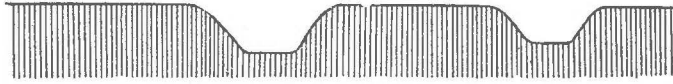


Fig. 1

Perfil NO-SE al S. de Cañamero (Cáceres). Las rañas están cortadas transversalmente.

didadas por los precitados valles, los caracteres que resumen la morfología de estas entidades.

Es posible distinguir esencialmente dos niveles de rañas: una, la más elevada y perfectamente individualizada de la de menor altitud por un talud muy marcado y generalmente muy bien definido. Suele alcanzar los 620 m., o, más concretamente, los 650, siendo esta altitud muy constante.

El segundo nivel de estas planicies tiene una altitud de 540 m., formando una curva de nivel a veces límite preciso de ella; sin embargo, suele oscilar algo esta elevación, hasta llegar a los 500 m., o pasar de los 540. También queda bien marcado este segundo nivel, porque suelen presentar rasantes muy definidas en todo el amplio país en que están enclavadas.

A veces es posible distinguir un tercer nivel de raña, pero mucho menos preciso que los anteriores, ya que en algunas ocasiones llega a confundirse con la terraza más elevada de los surcos de agua que discurren y, además, no tiene una estructura tan típica en su constitución como las dos anteriores, siendo de altitud mucho menos constante que éstas.

Tenemos, pues, definidos en líneas muy generales la morfología de este país, y vamos a decir algo de su constitución, esbozando además su génesis, pero sin que entremos de lleno en el problema, ya que la amplitud de este trabajo no nos lo permite.

Tales plataformas corresponden a superficies muy arrasadas y recubiertas de mantos aluvionares de poca potencia en general, pero de características muy especiales.

El aspecto del suelo es de una superficie muy sencilla y monóto-

na, de una continuidad que sólo se ve alterada por levísimos surcos que con frecuencia suelen originarse en las partes marginales de estas superficies, con líneas mal definidas y de curso impreciso.

La edad de las formaciones no es posible precisarla; Hernández Pacheco (F.), las cree Pliocenas, atribuyendo su génesis en todo caso a los tiempos finales del Terciario. Nosotros vamos a dejar por el momento tal problema; para abordar el cual no disponemos de suficientes elementos de juicio. Hablando de geomorfología, aunque sea tan brevemente como lo hacemos, sí hemos de decir que estas formaciones constituyen en cuanto a su altitud el nivel o tramo de unión de las elevadas cresterías cuarcitasas del país de las Villuercas, a los más rebajados cerros pizarrosos de este conjunto, con las arrasadas formas que se desarrollan hacia el valle del Guadiana o de sus afluentes, como el Rucas, en sus tramos más inferiores, y, en general, con el amplio dominio de la penillanura extremeña.

El perfil adjunto (fig. 2) nos aclara tal concepto.

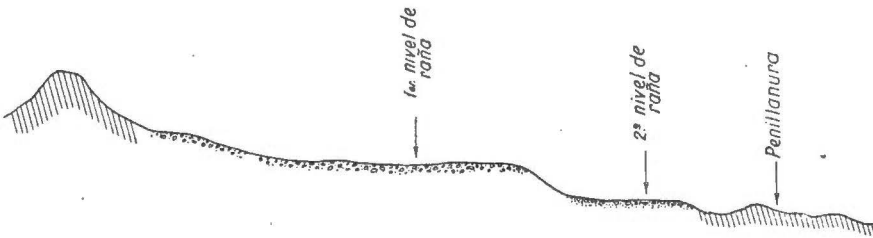


FIG. 2

Esquema explicativo de la unión de las cresterías de las Villuercas con la penillanura al S., mediante el escalón de las rañas.

A veces, sin embargo, se pasa mediante un brusco escalón de las rañas a estas peniplanicies, cosa que se destaca muy bien en el horizonte.

Esto es lo que da lugar a que estas formaciones se destaquen muy perfiladamente en él, y den una fisonomía especial que ya permite distinguir desde lejos a estos terrenos.

La génesis de estas plataformas constituyen un verdadero enigma hasta los momentos actuales. No es posible admitir satisfactoriamente la explicación de esta morfología tan peculiar mediante un relleno de antiguas penillanuras, por verdaderas avenidas, debidas a cambios climatológicos que tienen como consecuencia el arrastre

de verdaderos mantos aluvionares, *sui generis*, que repitiéndose un número indeterminado de veces originaría estas rañas. Un asurcamiento peculiar mediante un amplio drenado en el relieve así formado, podría explicar aparentemente la morfogénesis de ellas. Nosotros diremos algo de tal proceso, pero de manera provisional e incompleta.

### 3. ESTRUCTURA DE LAS RAÑAS ; NIVELES QUE SE DISTINGUEN

En líneas generales, las rañas ofrecen un basamento constituido por materiales pizarroso-areniscosos, de disposición más o menos vertical, que corresponde, bien al Cámbrico o al Silúrico. El Cámbrico se ofrece, como es lo general, en todo el país en que están enclavadas, bastante metamorfoseado y replegado, dando lugar a veces a un conjunto casi cristalofílico, en el cual es muy difícil ver una estratificación, siendo bien visible en cambio dos direcciones de pizarrosidad, la mayor parte de las veces de direcciones normales.

El Silúrico no ofrece este aspecto, sino que se ve perfectamente estratificado, y con arrumbamiento NO., estando tal disposición de acuerdo con el plegamiento hercínico. Las pizarras que lo integran, en general son variadas, pero predominando los tipos arcillosos, otras veces areniscosos o ampelíticos. El Cámbrico pizarroso es más monótono en su constitución, siendo los filadíos metamorfoseados los más frecuentes.

Formando parte ya del suelo de las rañas encontramos encima de este substrato, ya sea Cámbrico o Silúrico, unos materiales que dispuestos caóticamente corresponden a cantos algo rodados, pero modificados en su forma y alterados «in situ». La naturaleza petrográfica de estos cantos es, salvo algunas excepciones, cuarcitoso o pizarroso-arenicoso.

Son de tamaño variable, según el nivel a que corresponden. Los más gruesos llegan a ser de un tamaño muy considerable, de unos 20 ó 30 cm. de diámetro, y en graduación decreciente hasta el chinao o arenas del suelo de estas rañas.

Con más frecuencia especialmente, los más superficiales son areniscosos, de colores marrón, pardo oscuro, pardo claro, gris indefinido y aun se encuentran tonalidades negruzcas, amarillentas y rojizas. El color más uniforme, no obstante, es el pardo oscuro. Las formas son más o menos redondeadas, irregulares, con aristas re-

dondeadas y de superficie no tan áspera como es la de la arenisca, aunque los que están en descomposición la presentan con la típica aspereza de esta roca, y aún más resaltante. Algunos granillos de cuarzo, aunque muy poco abundantes, se encuentran entre este material de la raña.

Encontramos en un corte total de la estructura de las rañas una disposición que en líneas generales corresponde a una ordenación por tamaños de los cantos de los más grandes y más profundos a los más finos y más superficiales, aunque ya en el verdadero suelo se altera esta ordenación.

Haciendo una división que corresponde a un equivalente de horizontes, encontramos los siguientes:

#### NIVEL A).

Es el más superficial de los que encontramos, y en realidad constituye un horizonte del suelo, siendo, no obstante, algo independiente en cierto modo de éste, y que es el que presta a estas tierras su fisonomía superficial peculiarísima. Su espesor varía en general poco, siendo los 10 cm. la potencia más corriente. Comprende en su mayor parte a cantos rodados de areniscas con un proceso de deshidratación que después describiremos. Hay una relativa variación en volumen de tamaño, siendo con frecuencia los cantos cuarcitosos los mayores. En general responde este horizonte a un tipo granuloso. Su color predominante es el negro y el amarillo, con pequeñas variaciones que tienden hacia el castaño.

#### NIVEL B).

Parece como si los materiales de este nivel proviniesen del anterior a consecuencia de la descomposición en arenas de los cantos antes descritos. Por tal causa, este tramo está representado por arenas algo arcillosas, pero muy poco o nada plásticas, de color pardo-gris dominante. Hay que suponer que la poca cantidad de arcilla que se mezcla a estas arenas procede de la descomposición y alteración de los granos de areniscas-pizarrosas, aunque este proceso geoquímico tenga tan poco desarrollo que ni siquiera permite dar un poco de compacidad al suelo. Este horizonte que nos ocupa forma ya en el verdadero sentido edafológico parte integrante de él, porque como

dijimos, el anterior es casi independiente y diríamos que flota en éste o es muy movedizo (fig. 3).

NIVEL C).

Es el que adquiere mayor desarrollo, estando constituido esencialmente por substratos, por así decirlo, de cantos de grosor, que van aumentando desde los menos a los más profundos, de tal manera que los que se encuentran en contacto con la basamenta pizarrosa son los mayores. Lógicamente pensando, y sin entrar en explicar el proceso de la génesis de estas formaciones, esta clasificación por tamaños

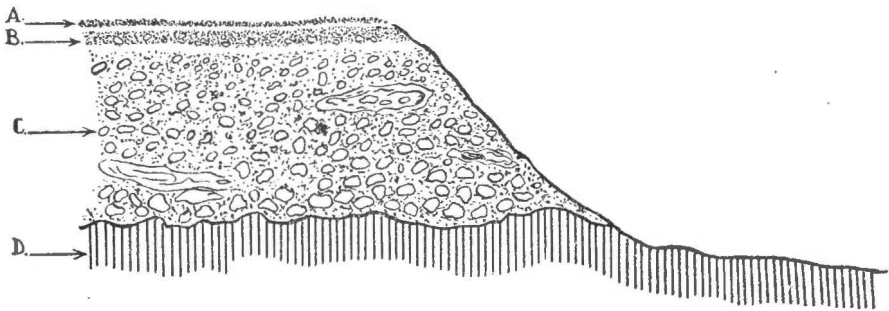


FIG. 3

Corte esquemático de la constitución de las rañas.

A. Primer nivel o tramo flotante sobre el suelo, constituido por el chinarral. B. Nivel del suelo actual, arenoso con algunos cantos. C. Nivel caótico más potente, con grandes bloques en la base. D. Substrato o zócalo Cámbrico o Silúrico. La potencia total se puede calcular en unos 40 m.

de los cantos rodados es muy natural y general, ya que hay que considerar una disminución en la intensidad de los procesos que originan estos suelos, y por ende una disminución del tamaño de estos cantos. Como además, ya en sí la acción de arrollada no ha debido ser muy intensa, ya que la superficie de ellos nos lo explica y, por otra parte, la naturaleza de la roca que los forma no permitiría tal acción con un camino recorrido largo; las aristas de los cantos son redondeadas, pero no han desaparecido.

Este nivel tiene una constitución no muy general. Hemos observado, aunque sea de una manera fugaz, que en otros parajes tiene menor desarrollo o está modificado con relación al tipo que hemos descrito.



El color de este nivel es predominantemente amarillo, con ligeras variaciones de color, dando una tonalidad en conjunto que no es abigarrada. La naturaleza de los cantos como para los demás es cuarcitoso-areniscoso, estando entremezclados con algunas arenas o materiales sílico-arcillosos.

La figura 3 muestra la disposición de conjunto de estos niveles.

#### 4. EL SUBESTRATO PIZARROSO

Descansa este nivel, en general, directamente sobre la basamenta pizarrosa, constituido fundamentalmente por una estratificación muy regular que bien entra en el Silúrico inferior, del nivel superior a las cuarcitas ordovícicas, o pertenece al Cámbrico inferior de filadidos pizarrosos metamorfoseados. En todo caso, lo primordial para nuestro esbozo geológico-edafológico de estas rañas es hacer notar que este substrato no es la roca madre de este suelo. Aun pensando que estos cantos son poco rodados, no están formados de este zócalo.

Toda la comarca que circundan las rañas están constituidas geológicamente por un Silúrico con niveles pizarrosos del Ordoviciense superior, o más generalmente un Cámbrico mal datado, y formado por filadidos y pizarras afectados de un metamorfismo general, que con frecuencia enmascara la estratificación. Para nuestro estudio es más de tener en cuenta este Cámbrico, que es el que forma predominantemente el zócalo sobre el cual se asientan las rañas como ya queda dicho. Es frecuente ver en este Cámbrico una disposición de los filadidos próximos a la vertical o vertical en absoluto, lo que hace más interesante el estudio de la morfogénesis de las rañas. Este carácter, en cierto modo, afecta al Silúrico, que yace debajo de las rañas.

Los materiales Cámbricos, ya hemos indicado que son fundamentalmente filadidos y pizarras areniscosas, a veces micáceas y, en general, de una compacidad variable. Los materiales Silúricos son pizarras areniscosas, verdaderas areniscas, filitas y ampelitas, y tramos cuarcitosos de no mucha potencia, ya que los grandes espesores de cuarcitas no entran ya en esta basamenta.

#### 5. FORMACIÓN DE ESTOS NIVELES, SUS MODIFICACIONES Y FENÓMENOS QUE EN ELLOS TIENE LUGAR.

La génesis de las rañas es un problema que a nuestro modo de ver no está resuelto, geológicamente hablando, y ni aun edafológica-

mente. Nosotros, con V. Sos (\*), pensamos que la edad Miocena o Pliocena que se les atribuye no es exacta, pudiéndoselas muy bien datar como más antiguos, tal vez del Secundario, por lo menos las que corresponden al nivel de los 650 metros.

Han de intervenir en el proceso de formación de las rañas muchos factores y de diversa índole: unos geológicos, otros climatológicos, otros tectónicos y algunos de naturaleza estratigráfica.

No vamos, sin embargo, a entrar en un análisis detenido de estos procesos, sino que examinaremos someramente estos hechos.

Supone la estructura que acabamos de exponer, un transporte de materiales en condiciones a veces caóticas. Pero más frecuentemente por la clasificación en tamaño que hemos visto, había que suponer variaciones graduales en el agente de transporte que estaría ligado con variaciones climatológicas en las épocas en que tienen lugar estas deposiciones de cantos. Incluso había que pensar en algún caso en un régimen torrencial, realizado en comarcas de una morfología ya caduca, lo que en cierto modo facilita el hecho. Se puede aceptar, aunque con reservas, que estas rañas se hayan formado por relleno de cuencas preexistentes, y un posterior drenado de ellas que ha dejado el testigo actual que son las rañas. Este drenado se produciría como consecuencia del descenso del nivel de base de la red fluvial, representado fundamentalmente por el Guadiana. Es decir, que estas depresiones rellenas serían surcadas por una nueva red fluvial con características torrencales y de erosión remontante muy marcada.

De este tipo, pero con períodos más acénuados, debieran ser los aparatos erosivos que aportaron los materiales con los cuales se formaron las rañas. El régimen torrencial debió ser en ciertos períodos de gran violencia con una fuerza de arrastre bastante constante, lo cual permitía la deposición de los grandes cantos que forman determinados niveles; claro es que, en general, estas rañas con tramos de grandes cantos están situadas en la cabecera de aquella red fluvial, disminuyendo el tamaño de estos bloques a medida que se avanza hacia el curso medio de aquellos torrentes; fenómeno éste, por otra parte, normal en todo curso de agua. Hay que pensar, además que el trazado de estos aparatos erosivos fuera muy impreciso y hasta cierto punto sin un cauce, determinando caracteres que encuadran en el proceso de formación de una red fluvial. Si a esto aña-

---

(\*) V. Sos. Notas inéditas.

dimos que un Silúrico recientemente plegado, aunque desmantelado en gran parte, geológicamente hablando y, por tanto, muy propenso a un trabajo erosivo intenso, tendremos explicado cómo se forma esta potente formación tan cercana al frente del país plegado en el herciniano.

Todos los fenómenos que hemos expuesto para explicar la formación de estas rañas tienen lugar en distintos niveles, puesto que el hundimiento de estas cuencas es progresivo y ello nos explica que se encuentran rañas a distinta altitud. A este período de máxima fuerza de arrollada siguen otros que van disminuyendo gradualmente, y esto nos permite comprender que existan niveles superiores en los que el tamaño de los cantos va disminuyendo.

Las características climáticas para que se lleve a cabo este proceso son, en cierto modo, complejas, y no podemos entrar en su exposición.

Explicada ya la dinámica formativa de estas superficies, aunque sea muy someramente, bajo condiciones continentales y descrita la fisonomía actual a grandes rasgos, pasamos a decir algo de otras observaciones.

Una vez formadas estas rañas por colmatación de las cuencas, tiene lugar en sus distintos niveles fenómenos que afectan tanto a la naturaleza de los materiales de cada uno de ellos como al conjunto en sí, bajo el influjo de cambios en las condiciones climatológicas.

En las superficies así formadas se realizan, como consecuencia de la contextura de sus pisos, grandes infiltraciones, lo cual provoca en los bloques de pizarras descomposiciones que dan lugar a que se produzcan arcillas en los niveles más bajos; pero este proceso geoquímico no alcanza gran desarrollo, localizándose mucho. Ello es consecuencia de la poca retención de las aguas infiltradas por la gran cantidad de oquedades que quedan entre sus componentes. En otras épocas predomina un clima muy seco que influye especialmente en los niveles más superficiales. Son esencialmente fenómenos de deshidratación que como afectan a materiales areniscosos impregnados de óxido de hierro (limonita), al evaporarse el agua en las porciones más superficiales la limonita se concentra, apareciendo al partir un canto una corona de color rojo por efecto de la concentración del óxido de hierro. La zona más interna queda de color amarillento por

sufrir en menor grado la deshidratación. La figura 4 indica tal fenómeno.

Esto forma parte de un suelo oscuro de tierras de un color castaño intenso, mucho más sombreado por la presencia de restos vegetales y de la materia orgánica que le impregna. Todo ello forma una capa delgada, a lo más de un decímetro de espesor, debajo de la cual aparece inmediatamente las arenas y arcillas de color amarillento-gris. Al mismo tiempo, hay un desmenuzamiento de estos peque-

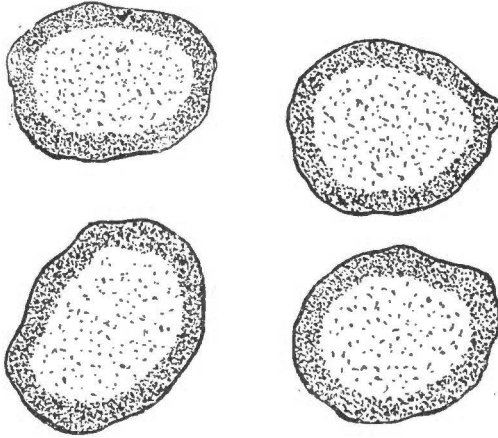


FIG. 4

Cantos de areniscas del nivel A, mostrando el proceso de deshidratación, que hace que el óxido de hierro se concentre en su perifería, presentando un círculo concéntrico superficial más oscuro que el interior.

ños cantos hasta constituirse el chinarral, tan típico de estas superficies planas, como fenómeno de este régimen de grandes contrastes de temperatura, que es ayudado por una ausencia casi completa de vegetación y pocas precipitaciones. Sólo cuando se ha conseguido una cierta homogeneidad en los cantos y una semicementación, aparece una flora más variada pero siempre de pequeño desarrollo.

En conjunto, la formación aparece sin cementar, no formándose por ello conglomerados, y únicamente en donde tiene lugar la formación de arcillas aparecen tramos donde esta materia da alguna cohesión a los gruesos elementos que se encuentran entre ella, a la vez que contribuye a impermeabilizar algo el terreno.

## 6. LA VEGETACIÓN DE LAS RAÑAS.

El elemento vegetal de estas superficies está caracterizado por su adaptación a dos factores predominantes de su suelo: superabundancia de sílice con gran pobreza de otros elementos, especialmente de calcio y escasez de agua, por la poca coherencia del suelo. La planta que predomina es la jara *Cistus ladaniferus*, que ha de tener, por tanto, una tendencia silícicola muy acentuada. Alcanza gran desarrollo esta asociación, aunque está en regresión, debido a que actualmente se procede a su eliminación para dedicar estos terrenos a cultivos. Otras Cistáceas se encuentran representadas; a veces muy desarrolladas, con troncos muy leñosos, ramificados desde su base y de tipo arbustivo. También encontramos como muy característicos el *Arbustus unedo*, madroño. Las aliagas o aulagas *Ulex europea*, tienen buena representación en la flora de la raña, a veces formando recintos especiales.

Las lavandulas se encuentran con varias especies, a veces en gran profusión, juntamente con el torbizco *Daphne gnidium*, con algunos manchones representativos. La retama también se encuentra entre esta asociación vegetal. La *Paroniquia argentea* se encuentra como planta rastrera.

## 7. CULTIVOS.

Dada la pobreza de estos suelos, los cultivos en ellos son de escaso rendimiento, si no nulos. Las plantas que más se adaptan, y por tanto más se siembran, son: el centeno, la cebada y avena, que suelen ocupar las plataformas horizontales. Algunas variedades de trigo suelen adaptarse, prodigándose mejor en las vallonadas, en las que se dan las mejores condiciones, bien porque se halle más protegido o porque las condiciones del suelo sean mejores.

El centeno es, casi podríamos decir, el monocultivo que predomina dada la escasa exigencia de esta planta.

Actualmente en algunas porciones se empiezan a hacer grandes enmiendas en la tierra, a título de experimentación, agregándole cal y algunos abonos nitrogenados. Esta labor es muy costosa, obteniéndose en algunos casos, y sobre todo en los años lluviosos, resultados alentadores.

Así, pues, en las zonas dedicadas a cultivos se lucna con una pobreza extrema de estos suelos, tanto en elementos inorgánicos como en humus. A título de ensayo, y para aumentar la cantidad de materia orgánica, la vegetación espontánea después de arrancada se ha enterrado para que al entrar en putrefacción determine una especie de mantillo.

Hay que citar, además, algún pinar con desarrollo bueno, pudiéndose decir que casi se da espontáneamente. Tiene gran interés a éste respecto la importancia que va tomando las repoblaciones con *Eucalyptus globulus* y otras especies, árbol que al parecer se adapta muy bien a estos terrenos y medran con una gran rapidez.

#### 8. EL PROBLEMA DEL AGUA.

Teniendo en cuenta la disposición del conjunto expuesto, vamos a examinar someramente el problema del agua en estas formaciones tan típicas del país extremeño.

Hemos indicado que la basamenta pizarrosa presenta una estructura más o menos vertical, y sobre ella descansan los materiales procedentes de la erosión de las destruídas montañas hercínicas, materiales que en general han recorrido un pequeño camino.

Por un lado, hemos de decir que un conjunto pizarroso dispuesto más o menos verticalmente presenta, generalmente, una formación que hace difícil la retención de las aguas de infiltración, por lo cual descienden hasta encontrar zonas más profundas, donde las diaclasas se estrechan más y más haciéndose estas zonas impermeables. Esto sucede si no encuentran alguna litoclasa de más desarrollo, en cuyo caso por ella marchan dando lugar cuando se corta a pequeños manantiales.

Así, pues, encontramos que el nivel hidrostático está muy imprecisamente marcado, es profundo, siendo difícil hallar buenos manantiales

Los niveles superiores a este zócalo, dada la disposición caótica que presentan y por el tamaño de los cantos, dejan entre ellos oquedades por las cuales discurren las aguas, descendiendo con velocidad variable y siendo, por tanto, la retención de las aguas escasa y limitada a los tramos donde los materiales son impermeables, por en-

cima de los cuales se encuentran los permeables empapados del líquido infiltrado.

Sólo donde se encuentran zonas con lentejones arcillosos, que impiden un descenso de las aguas por su impermeabilidad, es posible encontrar niveles acuíferos. Si éstos se localizan en alguna vallonada, es posible hallar algún venero de caudal mediano. Por esto hay lugares donde a los 2 m. de profundidad se encuentra un manto de agua, y rebasada ésta no se vuelven a hallar, y otros sitios donde se perfora hasta los 20 m. sin encontrar ningún manto freático.

Pero para el suelo estos hechos no tienen apenas interés, dado que se localizan siempre en zonas profundas. En cuanto a esta zona más superficial y activa que constituye la tierra de labor, dada la constitución que le hemos atribuído, en general granujiento, arenoso, con la capa de chinarral más superficial, y por todo ello muy suelto al predominar los elementos silíceos; el agua es retenida en ellos únicamente por fenómenos de adherencia, tensión superficial y capilaridad al no encontrar debajo un horizonte en mayor o menor grado impermeable que permita la existencia de agua próxima, aprovechable por las plantas. La escasa cantidad de materia orgánica contribuye a hacer más permeable este suelo, con lo cual el problema se agudiza.

A esta pobreza en agua es atribuible, teniendo en cuenta las condiciones climáticas del pasado geológico, que no se hayan producido alteraciones que hayan dado lugar a arcillas que hubieran originado un suelo más coherente.

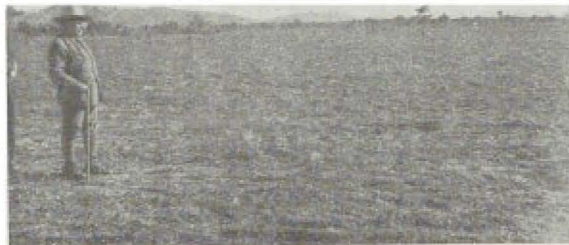
Esta ausencia de esa alteración de las pizarras (que ya hemos indicado son areniscosas) hay que atribuirla por un lado, como ya esbozamos, a condiciones climatológicas, y por otro a la permeabilidad de los niveles sobre los cuales descansa el suelo.

Tenemos, pues, explicada la pobreza de estas tierras por los fenómenos a que apuntamos anteriormente, y ello nos explica también que la flora en general sea de características xerofíticas.

A estas causas hemos de añadir la relativa escasez de precipitaciones debidas a la climatología actual de rasgos continentales acentuados, pero un poco compensados por la proximidad del sistema montañoso de las Villuercas, que siempre dan lugar a mayores lluvias que en las comarcas de menor predominio montañoso



Vista de la raña Cañamero-Logrosán, tomada desde el N-O.  
desde el camino de Logrosán al caserío del Rincón (Logrosán).



Plataforma superficial de la raña Cañamero-Logrosán,  
tomada desde Poniente.



Vista del perfil de la raña de Cañamero-Logrosán, tomada desde el Norte.



## 9. CONCLUSIONES.

En nuestras observaciones sobre las rañas situadas hacia el sureste de las Villuercas, son de consideración las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> Son muy poco conocidas tanto geológica como edafológicamente estas planas superficies.

2.<sup>a</sup> Existen varios niveles de rañas que se pueden reunir en tres: una elevada a 650 m., otra de 540 y la de menor altitud de imprecisa elevación.

3.<sup>a</sup> Hasta que estudios detenidos permitan datarlas con más exactitud, están consideradas estas rañas como Pliocenas. Sin embargo, es posible atribuirles una mayor antigüedad geológica.

4.<sup>a</sup> Se observan en su constitución varios niveles de disposición caótica formados por cantos, que van aumentando en tamaño desde el chinarral de la superficie hasta los grandes bloques que descansan sobre una basamenta de pizarras y filadíos del Cámbrico o del Silúrico.

5.<sup>a</sup> Los materiales que constituyen estos niveles tienen un carácter arenoso predominante.

6.<sup>a</sup> La disposición del zócalo sobre el cual se asienta esta formación es de disposición casi vertical constantemente.

7.<sup>a</sup> Dada la predominancia de los elementos silíceos y la ausencia de otros elementos fertilizantes, la pobreza de estos suelos es muy considerable.

8.<sup>a</sup> A esta pobreza contribuye la escasez de materia orgánica.

9.<sup>a</sup> El agua no es retenida por estos materiales, con lo cual son de sequía muy acentuada.

10. La vegetación es de características xerofíticas acentuadas.

11. Los monocultivos están representados esencialmente por el centeno, la cebada y la avena.

12. La morfogénesis de estas rañas es compleja; en un primer intento de explicarla se puede suponer que sobre una región, ya en parte arrasada y próxima a un frente plegado en el hercínico, en gran parte desmantelado, tienen lugar cambios climatológicos que originan aparatos erosivos de tipo torrencial, los cuales transportan verdaderos mantos aluvionares que se depositan sobre estas arrasadas zonas marginales a las montañas.

13. La deposición de estos materiales es favorecida por la exis-

tencia de cuencas, donde se produce un relleno hasta su colmatación.

14. Posteriormente, y por descenso del nivel de base de la red fluvial debido al hundimiento del valle del Guadiana, se produce un amplio drenado de aquellas cuencas colmatadas, mediante una erosión remontante intensa.

15. Testigos de esa cuenca rellena, y después drenada, son las rañas actuales.

#### RESUMEN

Se estudian «rañas» de Extremadura situadas hacia las zonas meridionales del país de las Villuercas, limitándolas el Guadiana y enclavadas entre pueblos como Logrosán, Cañamero, Valdecaballeros, etc. En conjunto tienen el aspecto de una formación digitada de grandes llanuras, perfectamente horizontales, que a veces parecen gigantesca escollera. Se distinguen tres niveles de «rañas»: la más elevada de 650 metros, la segunda de 540 y la menor de altitud menos precisa.

La edad de estas formaciones no está bien conocida, admitiéndose hasta ahora como Pliocenas. Nosotros suponemos que es posible pertenezcan a terrenos más antiguos, tal vez del Secundario las más elevadas. Constituyen el tramo de unión entre las cresterías de cuarcita y la penillanura, de tan amplio desarrollo en este país.

La génesis de estas entidades geológicas, constituidas por materiales de acarreo, depositados sobre una basamenta pizarrosa del Silúrico o de un Cámbrico problemático, es un problema complejo, aún no esclarecido, interviniendo el clima y la topografía. Creemos que pudieran representar depresiones rellenas por mantos aluviales con posterior asurcamiento en red imprecisa. También han debido intervenir en esta génesis fenómenos de tipo torrencial.

La estructura de las «rañas» está representada por capas de cantos poco rodados, pizarro-arenisco-cuarcitosos, que aumentan de tamaño desde la superficie hasta el fondo. La capa más superficial la constituye un característico manto de gravas en el que se realiza una deshidratación, como consecuencia de la cual el óxido de hierro se concentra en la superficie.

Una vez constituidas estas planicies en sus distintos niveles, tienen lugar fenómenos que modifican la textura de ellos. Se refieren éstos a alteraciones de sus materiales con formación de lentejones arcillosos.

La vegetación es de tipo xerofítico, estando representada esencialmente por la jara, lavándulas, etc. El suelo es preponderantemente silíceo con escasez de materiales nutritivos, especialmente de calcio. Son igualmente muy pobres en materia orgánica.

Los cultivos son esencialmente de centeno, cebada y avena, todos ellos de escaso rendimiento.

Dada la constitución estructural de las «rañas», el agua emigra a niveles profundos, lo que determina que estos suelos sean secos. Sólo en algunos parajes, por la existencia de lechos arcillosos impermeables, se hallan algunos pequeños manantiales o si se perforan pozos son siempre de escaso caudal.

## SUMMARY

A study has been made of the «Rañas» of Extremadura situated in the southern zones of the region of Villuercas, limited by the Guadiana, and located between the villages of Logrosán, Cañamero, Valdecaballeros etc. The complex has the aspect of a digitated formation of great plains, perfectly horizontal and which sometimes resemble gigantic cliffs. Three levels of «Rañas» are distinguished, the highest 650 m. the second 540, and the lowest of less precise altitude.

The age of these formation is not yet well known though considered to be Pliocene. We believe them to belong to still older epochs, the highest perhaps to the Secondary. They form the link between the cretings of quartzite and the peneplains which are so extensive in this country.

The genesis of these geological formations, consisting of transported materials deposited on a slate basis of the Silurian or perhaps Cambrian epoch, is a complex problem still not solved in which climate as well topography intervene. We think they may present depressions filled in by alluvial layers, with later forrowing in an imprecise network. Phenomena of torrential type must also have intervened in this genesis.

The structure of these «Rañas» is presented by strata of only slightly rounded stones of slate, sandstone, and quartzite their size increasing form the surface downwards. The top stratum consists of a characteristic layer of gravel in which dehydration takes place, in consequence of which the iron oxide concentrates on the surface.

Once these plains are formed at their different levels, phenomena take place which modify their contecture. These involve alterations of the materials with formation of clay disks.

The vegetation is of xerophytic type, essentially represented by cistus, lavenders etc. The soil is predominantly siliceous, poor in nutritive material, especially in calcium. It is equally poor in organic matters.

The principal crops are common rye, barley and oats, all giving a poor yield.

On account of the structural constitution of the «Rañas» the water leaches to deeper levels, thus making the soils dry. In some places, on account of the impermeable clay beds, a few small springs are found; where wells are drilled the flow of water is never abundant.

## BIBLIOGRAFÍA

- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. El segmento medio de las Sierras Centrales de Extremadura central;
- 1912. Itinerario geológico de Toledo a Urda. *Trat. Mus. Cienc. Nat.* número 1.
- 1947. Ensayo de la morfogénesis de la Extremadura central. *Notas y Com. del Inst. Geolog. y Minero de España*, núm. 17.
- 1949. Las cuencas terciarias de la Extremadura central. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo del 75 aniversario.

- GÓMEZ DE LLARENA, J. 1916. Bosquejo geográfico-geológico de los Montes de Toledo. *Trab. Mus. Cienc. Nat.* Serie Geología, núm. 15.
- ROSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. 1946. Explicación de la Hoja número 753. Miajadas. *Instituto Geológico y Minero de España*.
- VIDAL Box, C. 1944. La edad de la superficie de erosión de Toledo y el problema de sus Montes-Isas. *Rev. de la R. Acad. de Cienc. Exact. Fis. y Nat.*, tomo XXXVIII.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ECOLOGIA  
DE LOS TARDIGRADOS QUE HABITAN  
SUELOS DE HUMUS. (I) (\*)

por

FRANC MIHELČIČ (\*\*)

PRÓLOGO

En este trabajo que se ocupa, como indica su título, sólo de los tardígrados terrestres y más aún de los que habitan los suelos de humus, no tengo en ningún modo la intención de escribir una Ecología detallada de los tardígrados. Es solamente una *contribución* al estudio de la Ecología de este interesante grupo de animales.

En este trabajo doy en la introducción una breve visión de conjunto de los factores más importantes para los tardígrados, biotopos y habitats; después trato de cada uno de los habitats poblados por los tardígrados, o sus biotopos; después, el desarrollo de los tardígrados en cada uno de los habitats o biotopos; el influjo de los factores de ambiente en los tardígrados; después doy una breve descripción de los tardígrados encontrados en Centroeuropa, la relación entre el biotopo o habitat y los tardígrados que los habitan, donde en primer lugar recalco la influencia de los tardígrados en el habitat, y, por último, las condiciones biocenóticas en las biocenosis en las que se encuentran los tardígrados. Al final resumo brevemente todo lo tratado. De ello resulta la siguiente distribución de este trabajo:

---

(\*) Traducción de Elena Humbert.

(\*\*) Zoo-ecólogo. Lienz.

## Introducción.

1. Biotopos y habitats poblados por tardígrados.
2. Distribución de los tardígrados en cada habitat.
3. Influencia de los factores del ambiente en los tardígrados.
4. Tardígrados centroeuropeos determinados por el autor.
5. Los tardígrados y su habitat.
6. Relaciones biocenóticas.

## INTRODUCCIÓN

Algunos tardígrados son animales acuáticos, animales hidrófilos; hasta ahora se conocen pocos de éstos. Pero aun de entre éstos se han encontrado en las últimas décadas muchos en habitat húmedo, y así se han añadido al resto que constituyen la mayoría de los tardígrados, los amantes de la humedad, o higrófilos. Todos los tardígrados, para poder llevar una vida activa necesitan cantidades más o menos grandes de agua o humedad, aunque no todos en la misma medida. En algunos géneros no es siempre fácil establecer una separación precisa entre las diferentes especies ecológicas. Hasta ahora se conocen como tardígrados acuáticos: *Pseudechiniscus tridentifer*, *Macrobiotus ambiguus*, *M. tetronyx*, *M. stenostomus*, *Hypsibius (Isohypsibius) annulatus*, *H. I. granulifer*, *H. I. tetradactyloides* y *H. I. augusti*. *Pseudechiniscus cornutus* fué encontrado por mí (1939) y Ramazzotti (1945), también en musgos en lugares secos (rocas); por lo tanto, no debe contarse ya entre los tardígrados «Estenohigros».

Los tardígrados, en primer lugar los tardígrados terrestres, viven una vida serpente, y como animales habitantes del humus pertenecen al Hemiedafón serpente. También para ellos es un factor vital importante la humedad, alternando con una desecación rápida, condición *sine qua non*, indispensable, para la vida de la mayoría de los tardígrados que habitan el humus, si es que han de colonizar el habitat.

Además de la materia de que está constituido el habitat, o sea además del *sustrato*, que no siempre sirve de alimento a los tardígrados, pero, sin embargo, desempeña un gran papel más o menos directo en la obtención del alimento, desempeña un importante papel la *forma* del habitat, o sea de todo el biotopo. Bajo la «forma» incluyo

todos los factores existentes en el biotopo o habitat. Entre los dos elementos que forman el habitat o el biotopo existe una íntima unión orgánica. La forma es, por decirlo así, el alma del habitat. Sólo los dos juntos, la materia, o mejor la materia transformada en sustrato por los factores, junto con los factores del ambiente forman el biotopo, o habitat.

La materia del sustrato es variable en los habitats de los tardígrados: unas veces se compone sólo de musgo, otras de líquenes, a veces son depósitos de hojas o de agujas, o tierra, etc. En todos estos casos me refiero a suelos de humus. Solamente los musgos y líquenes que crecen en los árboles y tejados no los cuento aquí. La materia en sí, por ejemplo, la hojarasca, no es habitable por sí misma por los tardígrados; debe ser transformada convenientemente, debe transformarse en sustrato; el sustrato se convierte en habitat cuando es colonizado por los animales, en nuestro caso por los tardígrados.

En el habitat encuentran los tardígrados no solamente habitación, sino también alimento; sin embargo, no se alimentan siempre en todos los habitats directamente de la substancia del sustrato; sólo ocurre esto en los musgos y líquenes; en todos los demás biotopos también en la hojarasca, depósitos aciculares, en el suelo y moder leñoso, en las almohadillas vegetales, se alimentan de restos, bien de plantas o bien de otros animales; son, por lo tanto, consumidores de detritus o de otros seres vivos muy pequeños que se encuentran en el habitat, especialmente algas y hongos. En todo caso es importante la clase de sustrato para la aparición de los tardígrados, si no por su influencia directa sirviéndoles de alimento, sí por su influencia indirecta, ya que influye en la vida de otros seres que interesan directamente como alimento.

La forma, o sea los factores del biotopo y del habitat, no son menos importantes, bien porque por ellos se convierte la materia en sustrato y habitat, o bien porque hacen posible la actividad biológica de los animales que viven en el habitat. Los factores podemos agruparlos de diferentes maneras; muchos de ellos son propios de la materia, o sea del sustrato, y no dependen de los factores de ambiente, así por ejemplo la clase de materia del sustrato; otros pertenecen orgánicamente al sustrato, actuando diversamente sobre él, como la humedad, la desecación, etc. Si bien es verdad que, considerados el habitat y el biotopo como una totalidad, también debemos

considerar los factores ligados orgánicamente entre sí, está claro sin embargo que para algunos grupos de animales serán más importantes unos factores, mientras que para otros los habrá más o menos importantes, o incluso que carezcan de importancia.

Quisiera tratar aquí, en primer lugar, de los factores más importantes para los tardígrados; de los demás, sólo en cuanto influyen de una u otra manera.

### I. LA EDAD DEL SUSTRATO.

Es en sí factor histórico (Thienemann, 1939). Ante todo, la edad del sustrato abarca un período de tiempo desde la formación del sustrato a su colonización. Este período de tiempo no es igual para todas las clases de animales; si consideramos, por ejemplo, los ácaros, observamos que muchos de ellos pasan con la hojarasca al sustrato, ya que antes vivían en el follaje. En los tardígrados no ocurre esto; el sustrato debe adquirir propiedades especiales para ser colonizado por los tardígrados. Y ¿cuáles son estas propiedades? Ante todo, la adquisición del alimento, las propiedades que aseguran a los tardígrados la adecuada humedad y desecación, el espesor, etc. (Volveremos sobre ello más adelante.)

Sin embargo, esto no vale para todos los habitats; en primer lugar, no vale para los musgos; por lo menos no en la misma proporción como en la hojarasca, depósito de hojas aciculares y otros. En los musgos he observado muchas veces que desde la formación del habitat hasta su colonización por tardígrados bastan pocos días. Esto ocurre, por ejemplo, en los desmontes. Lo mismo puede decirse de los líquenes. La alimentación está provista, y también subsiste en los musgos y líquenes la suficiente humedad. Esto se cumple totalmente en las primeras avanzadas de la alta montaña y las rocas peladas, así en *Verrucaria*, *Lecanora*, *Grimmia* y otros. En ellos encontramos, como primeros pobladores, junto con rotatorios y nemátodos en general, también tardígrados.

En otros habitats, sin embargo, como en hojarasca, depósitos de hojas aciculares, moder leñoso y otros, es necesario un período de tiempo más largo desde la formación del habitat hasta su colonización por tardígrados. La duración de este período depende en gran parte de los factores climatológicos y otros. En condiciones favora-



bles se establecen los tardígrados en la hojarasca en tres o cinco semanas; no tan de prisa en los depósitos de hojas aciculares y aún menos en el moder leñoso. En éste necesita el sustrato mayor tiempo, hasta que se presta a convertirse en habitat. La materia debe sufrir, por lo tanto, un determinado desarrollo. Y así llegamos a otro concepto del factor «edad» del habitat, es decir, el *grado de desarrollo* o edad del sustrato.

Tampoco el grado de desarrollo del sustrato es igualmente importante en todos los habitats de tardígrados. En los musgos y líquenes casi no interviene, pero sí en aquellos habitats que están formados de restos vegetales muertos, como, por ejemplo, la hojarasca, depósitos de hojas de coníferas, moder leñoso, partes muertas de musgo, ya que éstos están sometidos a una constante transformación de la materia, con lo cual también varían extraordinariamente los factores. Encontramos en ellos todos los grados de transición posibles, desde el óptimo al peor y pésimo, y por eso también una población de tardígrados muy variable. Y donde cesa, por ejemplo, la acumulación de nueva materia, como ocurre en el caso de un claro o un desmonte, también hay que contar con la desaparición de la colonización de los tardígrados en poco tiempo. En los musgos no ocurre esto, ya que aquí en el caso de un claro o desmonte no varían las condiciones ni tan de prisa ni tan radicalmente. Los factores vitales en este caso se conservan en el fondo, queda suficiente alimentación y humedad que, en el caso anterior, desaparecen más o menos rápidamente.

## 2. EL ESPESOR DEL SUSTRATO EN SÍ MISMO.

Casi no tiene ninguna importancia para la aparición de los tardígrados, sin embargo, para la colonización de un sustrato por los tardígrados es de gran importancia porque proporciona la correspondiente humedad o desecación y aireación, y además facilita la adquisición del alimento. Esto es muy importante para los animales pequeños, especialmente para los animales amantes de la humedad, que sólo pueden llevar vida activa cuando están rodeados de cierta cantidad de agua, como ocurre con los tardígrados. Naturalmente en un espesor adecuado. Un sustrato demasiado flojo dificulta una humedad adecuada y el movimiento de los tardígrados. Por eso

en muchas especies de musgos, como *Polytrichum*, casi no encontramos tardígrados y si los encontramos es en las axilas de las hojas. (Hasta qué punto es debida la ausencia de los tardígrados en esta especie de musgo a su fuerte acidez, sobrepasa mis conocimientos.) Lo mismo observamos en hojarasca y depósitos de hojas aciculares muy flojos o en los suelos arenosos flojos, etc. El motivo: la falta de una suficiente humedad, suficiente agua, ausencia de plantas apropiadas para su alimentación (algas u hongos), demasiado pequeña superficie de roca, etc.

Tampoco es un habitat adecuado un sustrato demasiado espeso y esto por los motivos opuestos: aireación más dificultosa y, por lo tanto, insuficiente provisión de oxígeno, difícil desecación, la cual es absolutamente necesaria a los tardígrados terrestres para una vida activa y la falta de muchas plantas alimenticias nutritivas que no se desarrollan en semejantes habitats. Esto ocurre en la hojarasca y depósito de hojas aciculares y en el suelo considerados como habitats.

El espesor depende en primer lugar de la constitución de la materia del sustrato, de su grado de desarrollo y de factores externos, así, por ejemplo, la hojarasca se convierte en habitat de tardígrados sólo después de que una fuerte lluvia la ha ablandado, espesado y aplastado; lo mismo puede decirse de los depósitos de hojas aciculares. En todos los habitats citados, excepto musgos, el espesor varía constantemente. Al aumentar con la edad y el desarrollo del humus se hace menos adecuado para los tardígrados. Como la colonización de un habitat por los tardígrados empieza en general desde fuera, encontramos en las diferentes capas colonias formadas por diversos tardígrados. Por eso durante la transformación del sustrato también cambia la composición de la colonia.

Como el espesor influye en varios factores importantes para la vida de las biocenosis que viven en el habitat, podemos tal vez considerarlo como un factor superior. No será de igual importancia para todos los animales que se encuentran en el habitat, especialmente para aquellos que son menos exigentes con relación a la humedad y aireación ( $O_2$ ), como, por ejemplo, los ácaros, colémbolos, diferentes larvas de dípteros, sin embargo, para los tardígrados, rotatorios y nemátodos es de gran importancia e influye no solamente en su presencia sino también en la constitución de las colonias.

### 3. LA ALIMENTACIÓN COMO FACTOR.

En realidad debía tratarse en primer lugar de la alimentación, pero ya que depende, al menos para los tardígrados que viven en suelos de humus, en gran parte de la edad y del espesor del sustrato, trato de ella aquí.

Como decíamos más arriba, el sustrato o su materia sirve a los tardígrados no solamente como lugar de habitación sino también como fuente de alimentación, si no directamente al menos indirectamente. La materia sirve directamente de alimentación a los tardígrados en los musgos y en los líquenes; en éstos se alimentan especialmente de sus jugos, que alcanzan mediante sus estiletes. No están de acuerdo los investigadores hasta qué punto la especie de musgo influye en la colonización de los tardígrados. Podemos asegurar que: no todos los musgos, aún en sus correspondientes biotopos, están habitados por tardígrados y ni siquiera en el mismo biotopo lo están en el mismo grado, algunos son ricos en esta clase de animales, en otros escasean o faltan por completo. A los primeros pertenecen, en primer lugar, por ejemplo, diferentes especies de *Hylocomium*, *Calliergon*, *Hypnum*, además *Leucodon*, *Bryum*, *Funaria* y otros; a los segundos, o sea, a los que no están habitados por tardígrados, diferentes especies de *Polytrichum*, así por ejemplo, no encontré tardígrados en *Polytrichum juniperum* en sustrato con reacción ácida (pH 4,0 a 6,0), y, sin embargo, los he encontrado en el mismo biotopo en *Hylocomium splendens* (pH 4,0 a 5,5). El *Polytrichum* tiene las hojas más o menos separadas del tallo; las del *Hylocomium* son más espesas y pegadas al tallo. Además, las matas de *Polytrichum* son más flojas que las del *Hylocomium* y otros musgos. Es probable que también sea un inconveniente la cutícula más espesa y dura de las especies de *Polytrichum*.

Es distinto lo que ocurre en otros habitats de tardígrados, como en depósitos de hojas aciculares, hojarasca, moder de madera o en el suelo; aquí los tardígrados no se alimentan de las sustancias que forman el habitat: se alimentan de detritus orgánicos que se encuentran en el suelo, o sea, de plantas que se encuentran en el habitat, como algas y hongos; en estos habitats se alimentan principalmente de detritus (devoradores de detritus).

#### 4. EL ESPESOR Y LA PROFUNDIDAD DEL HABITAT.

Los tardígrados necesitan, por una parte, una desecación rápida y no resisten una humedad duradera; necesitan también mucho oxígeno, por lo tanto buena aireación del habitat. Por eso los encontramos de preferencia en las capas superiores generalmente hasta cinco centímetros de profundidad, y sólo excepcionalmente se encuentran en biotópos más aireados o sueltos a mayores profundidades hasta 10 centímetros. En los musgos los he encontrado en capas más profundas, en las partes muertas bajas de las plantas.

#### 5. LA HUMEDAD O LA DESECACIÓN COMO FACTOR.

La humedad aunque es por sí misma un factor, quisiera hacer la distinción entre el factor climatológico, humedad del aire y la humedad del suelo o humedad del sustrato sobre el cual se desarrolla el habitat. Y esto sencillamente porque son distintos los efectos de una y otra sobre los tardígrados.

Ante todo quiero recalcar: la humedad es junto con la alimentación el factor más importante, el factor vital. Los tardígrados necesitan para su vida activa de una determinada humedad, de una determinada cantidad de agua; sin ésta no se puede concebir una vida activa en los tardígrados. Sin embargo, no todos en el mismo grado. Y para esto quisiera dividir los tardígrados en tres grupos: 1) Los tardígrados que se conforman con una cantidad de agua muy pequeña, que ni siquiera los cubre completamente, como los *Echinisci* cubiertos de coraza. A éstos les basta una cantidad de agua suficiente que cubra su parte no acorazada; algo parecido ocurre con los *Hypsibius*, *Calohypsibius*, *Isohypsibius* y *Diphascón*, provistos de una espesa cutícula; por eso los encontramos también en lugares secos. 2) El segundo grupo lo constituyen aquellos tardígrados que necesitan humedad, pero no resisten una humedad prolongada, como son la mayoría de los tardígrados. 3) En el tercer grupo pongo a los tardígrados que resisten, sin mayor perjuicio, una humedad prolongada; a éstos pertenecen los llamados «Ubiquistas», a los cuales pertenecen *Macrobotus hufelandi*, *Hypsibius*

*oberhäuseri*, *Hypsibius (Diphascon) scoticus* o los tardígrados stenohygnos, como *H. (H.) dujardini*.

Volveremos sobre esto en «Aireación como factor».

Sin embargo, me parece que la causa de esta influencia perniciosa que la humedad a la larga ejerce sobre los tardígrados, sea no tanto la humedad en sí, como la falta de oxígeno que se origina en el agua estancada.

Pero para que la humedad pueda influir como factor efectivo, debe alternar a menudo con la desecación.

Acerca de la influencia de la humedad sobre la base del habitat y la humedad del aire, hablaremos más adelante (véase «Influencia del ambiente en los tardígrados»).

En los habitats provistos de la adecuada humedad y desecación, como, por ejemplo, en los que están bien soleados y expuestos al viento, con suficiente humedad, lluvia, niebla, rocío, encontramos densas poblaciones de tardígrados, ricas en especies y ricas en individuos. Pero en los lugares donde, aunque la humedad existe en grado suficiente, falta la suficiente desecación como en marismas y pantanos o en bosques espesos, o donde una base húmeda ocasiona una humedad constante del habitat, se encuentran pocos o faltan los tardígrados. Ya en las hondonadas de nieve donde ésta permanece durante más tiempo y a causa del deshielo prolongado el habitat permanece húmedo, o en los musgos de tejado, nos encontramos con condiciones extremas para los tardígrados y las colonias de las mismas se forman en relación con ellas. Una cosa es segura: para los tardígrados es mucho más favorable la humedad del aire que la humedad del suelo.

He observado casos muy interesantes en los yacimientos que llevaban cierto tiempo bajo la nieve que, a causa de la situación del biotopo, se deshíela más lentamente. Inmediatamente después del deshielo, la población de tardígrados es, aunque en su composición distinta y más pobre en especies, semejante a la de los musgos de tejados, pero con la desecación avanzando el verano se enriquece en especies y hace más variada.

Los habitats considerados óptimos para los tardígrados son aquellos que están con bastante frecuencia húmedos, pero se secan rápidamente. Tales habitats se encuentran preferentemente en lugares soleados, bien aireados y sobre base seca, especialmente en suelos calizos y de dolomitas.

Como ya hemos indicado, tiene gran importancia la situación del biotopo, el espesor y grosor del sustrato.

#### 6. EL SOLEAMIENTO COMO FACTOR.

Ya hemos citado algunas veces el soleamiento y no precisamente el soleamiento por sí mismo, sino como un factor regulador de la humedad adecuada. De los tardígrados podemos afirmar: Donde hay sol, hay tardígrados; esto es aplicable especialmente a los de la familia Scutechiniscidae, a los que se unen los representantes del subgénero Calohypsibius. Pero no son el sol y sus rayos los que cuentan como factor, sino su fuerza desecadora. No he podido comprobar si los Echinisci necesitan una acción directa de los rayos solares. Lo que sí he podido comprobar es que la mayoría de los Echinisci, casi sin excepción, los encontramos en lugares soleados. No existe, que yo sepa, ningún género de tardígrados, al menos entre los terrestres, que sea «heliófugo», en cambio, muchos son «sombrífugos».

#### 7. LA AIREACIÓN COMO FACTOR.

Lo mismo que el soleamiento, es la aireación un factor que regula la adecuada humedad, además provee al habitat de oxígeno. Como ya hemos hablado de la desecación, al hablar ahora de la aireación como factor nos queda referirnos a la provisión del habitat con oxígeno.

La mayoría de los tardígrados necesitan no menos que de los rayos solares, del oxígeno, son animales no sólo heliófilos, sino también oxigenófilos. No todos en la misma medida. Sin embargo, todos pueden vivir y desarrollarse en los habitats bien provistos de oxígeno, pero no todos pueden hacerlo en los habitats mal provistos de oxígeno. A estos últimos pertenecen, por ejemplo, *Macrobiotus hufelandi*, *Hypsibius oberhäuseri*, *Hypsibius (Isohypsibius) fransi*, *Hypsibius (Diphascion) Scoticus* y *Milnesium Tardigradum*. Sin embargo, cuando se los priva del oxígeno, sufren por esta pérdida y perecen. Ante una excesiva pobreza en oxígeno de un habitat reaccionan todos los tardígrados igual como ante un exceso de desecación: observemos la formación de formaciones cuticulares.

#### 8. EL VIENTO COMO FACTOR.

Junto a la misión de favorecer la desecación y acelerar una buena aireación, también tiene el viento la misión de transportar los tardígrados y de esta manera favorecer su dispersión. La dispersión de estos animales se realiza principalmente por el viento; en su estado seco (forma de pequeños tonelitos) son transportados por él a grandes distancias. Por eso encontramos más tardígrados en los lugares expuestos al viento que en los lugares protegidos.

#### 9. LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO COMO FACTOR.

Las propiedades físicas, químicas y geológicas del yacimiento no son importantes sino en cuanto que por una parte favorecen el desarrollo de una vegetación que puede servir directamente de habitat, o por otra, como los demás factores, por ejemplo, aireación y desecación, por su acción directa de estas propiedades sobre los tardígrados.

La base más favorable es, a mi parecer, el suelo calizo, especialmente de dolomitas (insistiremos acerca de esto al tratar de los habitats por separado).

#### 10. LA VEGETACIÓN Y EL YACIMIENTO COMO FACTOR.

Ya que hablaremos de esto al tratar de los biotopos y habitats, quisiéramos hacer aquí sólo unas breves observaciones.

De la vegetación depende, por una parte, la posibilidad de colonización, la provisión de suficiente humedad, la regulación de la desecación, la aireación y además la provisión de alimento. La especie de vegetación es especialmente importante para el desarrollo histórico del habitat (en la capa F).

La situación geográfica del biotopo es menos importante, pero su situación topográfica nos interesa más, ya que de ella depende la humedad, el soleamiento, la aireación y, por lo tanto, también la desecación y diseminación por el viento.

## 1. LOS BIOTOPOS Y HABITATS POBLADOS POR TARDÍGRADOS

Al estudiar la bibliografía especial de los tardígrados, llama la atención el hecho de que, según ella, los tardígrados viven *especialmente*, si no *exclusivamente* en praderas de musgo, líquenes y algunas fanerógamas y *principalmente*, si no *exclusivamente* en campo abierto. En otros lugares, por ejemplo en el suelo, se encuentran sólo de vez en cuando, excepcionalmente. Es decir, pues el verdadero y casi único biotopo de los tardígrados es el campo abierto y el único habitat el musgo o líquenes o algunas fanerógamas. De ello se deduce que los tardígrados son *ante todo*, si no *exclusivamente* consumidores que se nutren *ante todo* si no *exclusivamente* de jugos vegetales.

Pero si nos dedicamos a la investigación de los suelos de humus, reconocemos que todo lo que se ha dicho hasta ahora acerca de los biotopos y habitats de los tardígrados no es sino una pequeña parte de lo que representan en realidad los biotopos y habitats de los tardígrados. Ocurre con los tardígrados como con los oribátidos: los llaman ácaros de los musgos porque los especialistas han recogido la mayoría de ellos en esas plantas; sin embargo, no es éste el único habitat ni el más interesante, aunque contenga un poco más de «ácaros de musgo» que los otros biotopos. Para la vida de los ácaros y su misión, son, con toda seguridad mucho más interesantes antes que el musgo todos los demás biotopos y habitats. Lo mismo ocurre con los tardígrados.

Sólo hablaré brevemente de los biotopos y habitats, ya que me ocuparé de ello especialmente en otro trabajo.

### 1. LOS BIOTOPOS DE LOS TARDÍGRADOS.

Los tardígrados pueblan, aparte del campo abierto, también los bosques, tanto los de coníferas como los de follaje. Como excepción sólo podemos citar los bosques de coníferas espesos y los de haya; pero aun aquí los podemos encontrar cuando en algún lugar llegan los rayos solares hasta el suelo y sobre una capa de musgo o de hojarasca. En general, los bosques mixtos son los que están mejor poblados de tardígrados que los bosques de haya, pino o abeto.



Sin embargo, debemos hacer una diferencia entre los bosques y el campo abierto como biotopos de tardígrados; en los bosques, excepto en las zonas calizas, echamos de menos en las poblaciones de tardígrados los representantes de la familia Scutechiniscidae. Esto tiene fácil explicación por los motivos aducidos anteriormente: precisamente este grupo de tardígrados necesita luz del sol y no la encuentran fácilmente en estos bosques espesos.

También en las praderas, sean secas o húmedas, podemos encontrar tardígrados, los encontramos en el suelo y en el musgo.

## 2. HABITATS DE TARDÍGRADOS.

No debemos considerar únicamente a los musgos como habitat de tardígrados, ni tampoco los líquenes, ni solo algunas fanerógamas de porte almohadillado. Encontramos gran cantidad de tardígrados en la hojarasca y depósitos de hojas de coníferas, en las partes bajas del musgo, en el humus y moder y también en el suelo. Ya que no se trata aquí de inmigrantes pasajeros traídos por el viento, el agua o de otra manera, sino que son verdaderos pobladores de este habitat, se comprende que se encuentren aquí especies y formas propias y más aún, colonias propias.

Tampoco es pequeño el número de las especies e individuos que aparecen en estas colonias. Si se trata aquí de habitats primarios o secundarios no vamos a discutirlo ahora.

Los tardígrados llevan en estos habitats una vida distinta que en los musgos y líquenes: allí son especialmente consumidores (ya lo indicaba en otro lugar), aquí son ante todo reductores. Allí se nutrían del jugo de la planta, del musgo, aquí especialmente de detritus, digo especialmente, no exclusivamente (se trata de esto más abajo).

Y ahora veamos los habitats en particular. Solo quiero decir lo más importante acerca de cada habitat de tardígrados en particular.

### a) *Los musgos como habitat de tardígrados*

Los tardígrados son, por su fisiología y por su morfología, fitófagos, o mejor expresado, chupadores de jugos vegetales. Se alimentan principalmente de jugos de plantas, en especial de musgos.

Ya la constitución de su aparato bucal los caracteriza así, por eso encontramos en los musgos la mayor cantidad de tardígrados.

Los musgos proporcionan a los tardígrados *habitación y nutrición*. De esto se deduce el por qué no todos los musgos están poblados de tardígrados. Esto está en relación con las particularidades fisiológicas y morfológicas de los tardígrados. En este sentido lo que decide la habitabilidad por los tardígrados es la especie de los musgos (véase más abajo, factores aislados en el musgo). Pero no depende sólo de los musgos si éstos han de ser habitados por los tardígrados, sino también de otros factores del medio. Sólo cuando éstos resultan favorables podemos contar con tardígrados en los musgos.

Los tardígrados pueblan no sólo los musgos que forman espesos céspedes, sino también los que forman capas finas sobre las rocas, como *Grimmia* y otros. En los musgos que forman céspedes muy espesos, encontramos los tardígrados no sólo en las capas superiores sino en las partes bajas ya muertas, y si se trata de musgos no demasiado espesos se encuentran factores que influyen en la vida de los tardígrados también en la capa de humus debajo del musgo. En estas dos partes, es decir, parte baja muerta y capa de humus, he encontrado colonias de tardígrados de diferente constitución que en las capas superiores verdes.

Los factores más importantes que influyen en la almohadilla de musgo son: 1) el *espesor* de la almohadilla de musgo y la *p'anta* de musgo. Ya hemos hablado del motivo de esto al hablar del factor espesor. Los musgos de hojas formando almohadillas compactas en los bosques de coníferas están más poblados de tardígrados que los más flojos y bajos. Pocas veces he encontrado tardígrados en *Polytricum*, en *Thuidium abietinum*, en *Gratoneuron commutatum*, en *Anomodon viticulosus*, etc. No puedo asegurar que el carácter ácido del suelo no tenga que ver con ello, no me he dedicado hasta ahora a este estudio. Pero sí los encontramos —suponiendo los factores externos— en *Frullania*, *Barbula*, *Grimmia*, *Fontinalis*, *Furnaria*, *Hypnum*, *Hylocomium*, etc. 2) *El espesor de la cutícula* es importante para la nutrición; los finos estiletes exigen una epidermis fina. Los tardígrados que viven en las axilas de las hojas de las Fanerógamas se alimentan principalmente de los detritus de algas o también hongos que allí se acumulan. 3) *El espesor de la almohadilla de musgo* es de importancia para los tardígrados que

viven en las partes bajas muertas del musgo y en el humus debajo del musgo, por un lado, por la humedad a causa de la desecación y por otro a causa de la aireación. 4) *La humedad* en los musgos se presenta en cantidad suficiente y en la medida adecuada. En este aspecto ofrecen los musgos que crecen en terrenos secos el habitat adecuado para los tardígrados, por eso se encuentran en musgos la mayor cantidad de tardígrados. Los habitats óptimos son precisamente aquellos musgos que forman almohadillas espesas sobre rocas, especialmente en rocas calizas y dolomíticas, pero también los que crecen sobre suelo flojo, como *Grimmia*, *Hypnum*, *Hylocomium*, *Tortella*, *Frullania*, etc. Esto especialmente para Echinisci y *Calohypsibii*. Son menos favorables los musgos en suelos limosos, en tejados cubiertos de tejas, los que crecen en árboles o tablas o los musgos de suelos húmedos o en vallecitos nevados. Estos musgos deben considerarse como habitats unilaterales. Y lo mismo diríamos de los musgos en bosques espesos de coníferas cuando se dificulta la aireación y la desecación. En estos biotopos encontramos colonias de tardígrados constituidas unilateralmente.

#### b) *Depósitos de hojas de coníferas como habitat*

Menos favorables que en los musgos son para los tardígrados las condiciones en los *depósitos de hojas de coníferas*. Por una parte, esto depende de las hojas de coníferas, o sea, el sustrato, y por otra, de los factores del medio en que se encuentran las hojas aciculares.

Los tardígrados encuentran aquí también habitación y alimentación; sin embargo, no se nutren de las hojas aciculares, sino de los hongos y las algas que viven en ellas, y mejor aún de las deyecciones de otros animales. Son, pues, en este habitat verdaderos «reductores».

Si observamos algunos de los factores aislados que actúan en los depósitos de hojas de coníferas y que nos interesan en relación con las tardígrados, vemos que las condiciones no son óptimas en cuanto a la *aireación*, ni a la desecación ni al soleamiento. Esto especialmente en los bosques espesos de coníferas con depósitos espesos. También aquí es de suma importancia el género de la conífera, pues las hojas de pino dan depósitos más flojos que los abetos y

picéas, y entre éstos los piceas dan depósitos mejores que los abetos. Cuando el depósito es demasiado espeso es tan poco adecuado para convertirse en habitat de tardígrados como cuando es demasiado flojo; esto, sin embargo, por diferentes motivos. En los excesivamente flojos a causa del peligro de desecación y la dificultad de movilidad, en los espesos a causa de este espesor que dificulta la desecación y la aireación.

También la *edad* del depósito de agujas es importante para la colonización de tardígrados. Según mis observaciones, son necesarias de tres a nueve semanas, en circunstancias favorables de ambiente, hasta que los tardígrados se han establecido. Pero en este habitat permanecen más tiempo que en la hojarasca o en las partes bajas del musgo, ya que los depósitos de hojas aciculares se descomponen menos que los de los sustratos citados.

### c) *Depósitos de hojarasca como habitat*

La hojarasca es un medio distinto que los musgos y los depósitos de hojas de coníferas. Ya es distinto por la clase de materia; por un lado es materia orgánica muerta, los musgos, en cambio, viva; por otro, las hojas caídas se descomponen mucho más fácilmente que las hojas de coníferas. Pero aun más importante es la forma, los factores en la hojarasca, de los cuales es muy importante el espesor de toda la capa, por un lado y por otro, el espesor de todo el sustrato habitado. En el caso de la hojarasca no es lo mismo que la capa sea fina y que las capas habitadas estén directamente en contacto con el suelo o que sea más espesa y que por debajo de la capa habitada haya otras capas, en general, ya descompuestas. En estas capas las condiciones son distintas especialmente en relación con la humedad y, sobre todo, la presencia de oxígeno.

Para que un depósito de hojas secas pueda servir de habitat a los tardígrados debe existir en él la suficiente humedad, o mejor aún, la suficiente *sequedad*, la aireación necesaria y el oxígeno conveniente. Los mejores habitats se consideran aquellas capas de hojarasca a las cuales puede llegar el sol y el rocío o la niebla, y que se apoyan sobre una base más o menos seca, nunca húmeda.

Las capas inferiores ya en descomposición están casi totalmente desprovistas de tardígrados.

d) *El suelo como habitat de tardígrados*

Al hablar del suelo como habitat de tardígrados me refiero no sólo al suelo en sentido estricto, sino también al humus y al moder.

Los tardígrados viven principalmente en los pequeños huecos que se encuentran entre las migajas irregulares del suelo, que no sean excesivamente pequeñas, es decir, no menores que ellos. En estos pequeños huecos los animales se mueven arrastrándose, y se alimentan o bien de los hongos y las algas que crecen en sus paredes o de detritus orgánicos. La humedad y, sobre todo, el acopio de alimento es en estas capas, sobre todo en las superiores, durante bastante tiempo, suficiente.

Como los tardígrados sólo viven en las capas superiores, es decir, hasta 5 ó 6 cm. de profundidad pueden tener *el sol y el aire* suficiente influjo como factor de desecación. Además *la atmósfera del suelo*, en estas capas, está bastante saturada de oxígeno y responde a las necesidades de los tardígrados; en campo abierto mejor aún que en bosques cerrados, o en lugares que estén cubiertos de musgo u otra vegetación.

En los suelos cubiertos de *vegetación*, hierba u otras plantas, se encuentran los tardígrados, especialmente en la proximidad de las raíces, allí los huecos son mayores, el oxígeno más abundante y, bajo la capa protectora de las plantas también se conserva más tiempo la humedad suficiente. Sólo en los suelos arenosos flojos o limosos demasiado húmedos no se encuentran tardígrados o sólo raras veces. Sin embargo, he encontrado representantes de este grupo de animales en suelos limosos pesados, pero esto no es frecuente. En estos casos es precisamente cuando se los encuentra cerca de las raíces de las plantas.

Las condiciones no son muy distintas en el humus y en el moder: quizá por un lado algo más favorables para los tardígrados, por la mayor abundancia de sustancias nutritivas, por otro, no tan favorable a causa de los huecos mayores, por lo cual están más expuestos a la desecación que otros suelos.

Más adelante trataremos de las relaciones entre el grado de desarrollo del suelo de humus y los tardígrados.

## 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS TARDÍGRADOS EN LOS DIFERENTES BIOTOPOS Y HABITATS

Después de haber trabado conocimiento con los elementos integrantes del habitat de los tardígrados (materia, o sea sustrato y forma, o sea factores) vamos a considerar algunos biotopos y habitats aislados que nos interesan particularmente con relación a los tardígrados.

Divido los biotopos de tardígrados, según su altura, en biotopos alpinos, subalpinos y pertenecientes a la zona inferior del bosque, resultando: campo abierto alpino, bosques subalpinos de coníferas, bosques foliares subalpinos, praderas y otros campos abiertos.

Los habitats correspondientes son: musgos, líquenes, depósitos de hojarasca y de agujas de coníferas, moder leñoso y suelo.

Acerca de los bosques foliares subalpinos tengo pocos datos y aún menos acerca de los de las zonas forestales inferiores.

### 1. CAMPO ABIERTO ALPINO.

En esta zona los habitats de tardígrados están formados, principalmente, por musgos, líquenes y almohadillas vegetales. Según mis observaciones, no hay gran diferencia en relación con los tardígrados, entre estos habitats cuando crecen sobre montones de escoria arenosa, bloques rocosos o morrenas arenosas. La única diferencia que podría haber sería entre los habitats citados y los habitats en suelos nevados o en hondonadas de nieve; por eso considero los habitats de un solo biotopo: el biotopo de la zona alpina.

Lo característico para todos los habitats de tardígrados que se encuentran en esta zona es: intenso soleamiento e irradiación solar, suficiente humedad atmosférica y al mismo tiempo capacidad de desecación rápida del habitat. Por esto predominan en este habitat las especies adaptadas a estas condiciones: Echinisci y si no tenemos en cuenta las especies denominadas Ubiquistas, de los géneros Hypsibius, los Calohypsibius y los Isohypsibius.

Pasemos a los diferentes habitats de esta zona.

a) *Musgos*

En los musgos de la zona alpina he encontrado hasta ahora siete especies de Echinisci, cinco de Macrobiotus, dos de Calohypsibius, cuatro de Isohypsibius, una especie s. str. de Hypsibius, cuatro especies de Diphascon y una de Milnesium, o sea, en total, veinticuatro especies, de las cuales las siguientes se encuentran también en otros habitats no soleados: *Bryodelphax parvulus*, *Pseudechiniscus sullus*, *Macrobiotus richtersi*, *M. intermedius*, *M. harmsworthi* y *M. hufelandi*, *Hypsibius* (*Isohypsibius*) *prosostomus*, *Hypsibius* (*Diphascon*) *bullatus*, *H. (D.) Scoticus* y *Milnesium Tardigradum*. Hasta ahora sólo se han encontrado exclusivamente a esta altura las especies: *Echiniscus* (*E.*) *jacodici*, *E. (E.) rosaliae* e *Hypsibius (I.) undulatus*.

Más detalles acerca del yacimiento en las listas que van más adelante.

b) *Líquenes.*

En los líquenes de las zonas altas, por ejemplo, en *Verrucaria* o *Lecanora*, la población de tardígrados es más pobre que en las almohadillas de musgos. Hasta ahora sólo he encontrado aquí, cinco especies de Echiniscus, tres de Macrobiotus, dos de Calohypsibius, tres de Isohypsibius, o sea, en total, trece especies de tardígrados. La mayoría, casi un 40 por 100, pertenece a los Echinisci. Sin embargo, no encontré especies nuevas entre ellos. Entre los representantes de la familia de los Macrobiótidos pertenecen la mayoría al género *Hypsibius*, y a los dos subgéneros *Calohypsibius* e *Isohypsibius*.

c) *Almohadillas vegetales.*

La población de tardígrados es algo distinta en las almohadillas vegetales, bien sea que se agrupan en las axilas de las hojas de las fanerógamas en rosetas o vivan en el suelo debajo de estas mismas fanerógamas. Hasta ahora he encontrado en éste: tres especies de Echiniscus (dos del género *Echiniscus*, una del género *Pseudechinis-*

cus), cuatro especies de *Macrobiotus*, tres de *Isolhypsibius*, una especie s. str. de *Hypsibius* y una especie de *Diphascón*. Entre ellas, ninguna especie es característica de este habitat.

Veamos ahora los yacimientos en particular. He estudiado sesenta muestras; en la lista no puedo abarcar todas, sino que he seleccionado algunas.



TABLA I

Lista de los tardígrados encontrados en los *Musgos* de la zona alpina

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	60 mues.	Freq.	Abu.	
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ... ..		16		7						19				96	4	2	
2. <i>Echiniscus (E.) spinulosus</i> ...		5			3									27	3	I	
3. <i>Echiniscus (E.) scrofa</i> ... ..			6		2									15	3	I	
4. <i>Echiniscus (E.) granulatus</i> ...				9					8		5			32	4	I	
5. <i>Echiniscus (E.) jagodici</i> ... ..								5						5	2	+	
6. <i>Echiniscus (E.) rosaliae</i> ... ..													10	10	I	+	
7. <i>Pseudechiniscus sullus</i> ... ..	3										13			27	3	I	
8. <i>Macrobiotus richtersi</i> ... ..								3						23	3	I	
9. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..	5	12		3	3									37	3	I	
10. <i>Macrobiotus harmsworthi</i> ... ..			5											39	2	I	
11. <i>Macrobiotus montanus</i> ... ..						15								22	2	I	
12. <i>Macrobiotus hufclandi</i> ... ..		8		16	10		18		14				9	17	157	5	3
13. <i>Hypsibius (C.) ornatus</i> ... ..	5													14	3	I	
14. <i>Hypsibius (C.) verrucosus</i> ...								2						9	3	+	
15. <i>Hypsibius (I.) Hadzi</i> ... ..	5													5	1	+	
16. <i>Hypsibius (I.) montanus</i> ... ..						5								11	2	+	
17. <i>Hypsibius (I.) sattleri</i> ... ..		3							5					9	3	+	
18. <i>Hypsibius (I.) prosostomis</i> ..					7		9							24	3	I	
19. <i>Hypsibius (H.) convergens</i> ..					3									8	2	+	
20. <i>Hypsibius (D.) bullatus</i> ... ..								2						5	1	+	
21. <i>Hypsibius (D.) scoticus</i> ... ..			9	5	7									21	4	I	
22. <i>Hypsibius (D.) mariae</i> ... ..								3						8	1	+	
23. <i>Hypsibius (D.) alpinus</i> ... ..						3		5						15	2	I	
24. <i>Milnesium tardigradum</i> ... ..								5						11	2	I	

- 1.—Musgo de rocas, orientación W, soleado, altura aprox. 2.500 m.
- 2.—Musgo debajo de *Pinus mont.* (*Hylocomium spec.*), soleado, orientación S. W., altura aproximada 2.800 m.
- 3.—Musgo de rocas, orientación S., altura 2.300 m.
- 4.—Almohadilla de musgo de rocas, orientación S., bien soleado, altura aprox. 1.900 m.
- 5.—Musgo de cantos, orientación S. W., altura unos 2.000 m.
- 6.—Almohadilla de musgo de la cumbre, unos 2.700 m. (Vertiente N. E.). (Leg. Franz).
- 7.—Musgo de una hondonada de nieve a unos 2.050 m. (Leg. Franz).
- 8.—Musgo de Block a unos 2.000 m., orientación W.
- 9.—Musgo del suelo, altura 1.900 m., orientación S. W., bien soleado.
- 10.—Musgo de piedras (Leg. Franz).
- 11.—Almohadilla de musgo (Leg. Franz)
- 12.—Musgo debajo de Arándano, próximo al límite de bosques alpinos, a unos 1.700 metros (Leg. Franz).
- 13.—Musgo de rocas, a unos 2.300 m., soleado (Leg. Franz).

Observaciones: Las muestras 1, 2, 3, 4, 5, provienen de los Dolomitas de Lienz.  
 La muestra 6 de la cumbre de Preber.  
 La muestra 7 de Riscos de Seckau, por encima de Goldlacke.  
 La muestra 8 y 9 de Hohentauern (Zetttersfeld).  
 La muestra 10 de Hundstein.  
 La muestra 11 de Geierbichl.  
 La muestra 12 de Gleinalpe.  
 La muestra 13 del Grossglockner.

TABLA II

Lista de los tardigrados encontrados en los Líquenes de la zona alpina

Hasta ahora he investigado veinticinco pruebas de líquenes de la región alpina. Aquí doy solamente algunas de ellas:

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	25 mues.	Freq.	Abu.
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ... ..			3				2	5			17	3	I
2. <i>Echiniscus (E.) spinulosus</i> ...	2				2						9	2	+
3. <i>Echiniscus (E.) quadrispinosus</i>				6		4				3	18	3	I
4. <i>Echiniscus (E.) scrofa</i> ... ..		5									8	2	+
5. <i>Echiniscus (E.) trisetosus</i> ... ..			5					3		7	32	4	2
6. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..	3			3	8	3			5		45	4	2
7. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..		2			5		4			10	57	5	3
8. <i>Macrobiotus echinogenitus</i> .			1			3		3			12	3	I
9. <i>Hypsibius (C.) ornatus</i> ... ..	5	3		7			2			5	35	4	2
10. <i>Hypsibius (C.) verrucosus</i> ...			3	I	5				3		17	3	I
11. <i>Hypsibius (I.) montanus</i> ... ..								3			3	I	+
12. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ...						2				2	12	2	I
13. <i>Hypsibius (I.) prosostomus</i> ...	3		2								7	2	+

- 1.—Líquenes (*Lecanora*) de rocas, altura 2.600 m., orientación S.
- 2.—El mismo sitio, orientación W., bien soleado.
- 3.—Líquenes de la roca, altura 2.200 m., orientación W., bien soleado.
- 4.—Líquenes debajo de Carrasco altura unos 2.300 m., orientación W., bien soleado.
- 5.—Líquenes del suelo (*cetraria*), altura 1.800 m. por encima del límite de los árboles, orientación S., bien soleado.
- 6.—El mismo sitio unos 200 m. más bajo.
- 7.—Líquenes (*Usnea*) de *Pinus mont.*, orientación S., altura unos 1.700 m.
- 8.—Líquenes de un tejado cubierto de tejas, altura unos 1.700 metros, bien soleado, orientación S. W.
- 9.—Líquenes en bloques de piedra, bien soleado, altura unos 1.700 m., orientación S.
- 10.—Líquenes de rocas, altura 1.600 m., orientación N.

Observaciones: Las muestras 1-4 y 10 de los Dolomitas de Lienz.  
Las muestras 5 y 9 Hohe Tauern.

TABLA III

Lista de los tardígrados encontrados en almohadillas vegetales

De las fanerógamas de porte almohadillado he buscado tardígrados en césped de *Carex*, en *Globularia*, *Saxifraga*, *Selene*, etc. He investigado unas treinta muestras. De éstas escojo diez para la lista.

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	30 mues.	Freq.	Abu.
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ... ..	7	3		15			3				46	3	3
2. <i>Echiniscus</i> ( <i>E.</i> ) <i>blumi</i> ... ..	3										9	2	+
3. <i>Pseudechiniscus suillus</i> ... ..			8		8			7			22	3	2
4. <i>Macrobotus richtersi</i> ... ..				6							8	2	+
5. <i>Macrobotus montanus</i> ... ..									7		12	1	1
6. <i>Macrobotus hufelanti</i> ... ..						3				5	22	3	2
7. <i>Macrobotus echinogenitus</i> ..								6	7		19	2	2
8. <i>Hypsibius</i> ( <i>I.</i> ) <i>tuberculatus</i> ...			2								7	1	1
9. <i>Hypsibius</i> ( <i>I.</i> ) <i>tuberculoides</i> ...						7					7	1	1
10. <i>Hypsibius</i> ( <i>I.</i> ) <i>franzi</i> ... ..			2								2	1	1
11. <i>Hypsibius</i> ( <i>H.</i> ) <i>pallidus</i> ... ..	4								5	2	11	2	1
12. <i>Hypsibius</i> ( <i>D.</i> ) <i>scoiticus</i> ... ..		2									5	2	+

- 1.—*Globularia* a una altura de unos 2.400 m., soleado.
- 2.—*Saxifraga* del mismo sitio, apenas 300 m. del primero, soleado, orientación S.
- 3.—*Carex* spec. a una altura de unos 2.000 m., soleado, orientación W.
- 4.—Pared rocosa de los Dolomitas, a unos 900 m., bajo *Potentilla caulescens* (Leg. Franz.).
- 5.—El mismo sitio, bajo *Globularia cordifolia*.
- 6.—Cumbre de Pletzen; almohadilla de vegetación de la cumbre seca. Recogido en lugar ligeramente húmedo bajo trozos de roca (Leg. Franz.).
- 7.—*Carex* firma. césped de la cumbre, a unos 1.700 m.
- 8.—*Carex nucronata* seco, césped de una pared pendiente rocosa de extensa exposición en el lado S., a unos 1.300 m. altura.
- 9.—Cumbre, unos 2.700 m. altura, vertiente N. E. Vegetación de porte almohadillado cubierta de nieve durante mucho tiempo (Leg. Franz.).
- 10.—Césped de *Globularia*, a una altura de unos 2.000 m., SW., soleado.

Observaciones: Núms. 1, 2, 3 y 10 de Laserz.

Núms. 4 y 5 de Dorfelstein.

Si bien el yacimiento no es de la región de alta montaña lo he traído aquí; se ve que lo que determina la constitución de la colonia es la clase de habitat, no tanto su altura.

6. Cumbre de Plätzen-Tauern.
7. Cumbre del Kasberg en Austria Superior.
8. Kremsmauer.
9. Cumbre de Preber.

## 2. ZONA FORESTAL SUBALPINA.

En la zona forestal subalpina pude estudiar principalmente los bosques de coníferas y el campo abierto, menos los bosques de árboles foliares. De ellos he estudiado los siguientes habitats: musgo y éstos en árboles, piedras y rocas, los depósitos de hojas aciculares y, en cuanto me ha sido posible, también los depósitos de hojarasca de bosques de coníferas y foliares, el suelo y el moder.

### a) *El bosque de coníferas subalpino, como biotopo*

Los pinares no parecen ser biotopo de tardígrados adecuado, ante todo porque les falta la necesaria irradiación solar y la aireación; hasta hace poco no se consideraban como biotopo de tardígrados. Tampoco entraban en consideración los musgos que crecen en los pinares, menos aún el suelo o los depósitos de agujas. Sin embargo, pueden encontrarse tardígrados en el pinar, hasta en el más espeso: basta un poco de luz solar. Especialmente en lugares despejados o en el bosque joven.

En los bosques de coníferas he podido reconocer las siguientes especies de tardígrados:

*Bryodelphax parvulus* y *Pscudechiniscus suillus*. Sin embargo, los representantes de la familia Scutechiniscidae, muy escasos. Muy a menudo, casi siempre, encontré varios representantes de la familia Macrobiotidae, lo mismo del género *Macrobiotus*, como del género *Hypsibius*; de *Macrobiotus* encontré *Macrobiotus richtersi*, *M. intermedius*, *M. harmsworthi*, *M. hufelandi*, *M. montanus*, *M. echinogenitus*. Del género *Hypsibius* y del subgénero *Calohypsibius*, encontré rara vez representantes, hasta ahora sólo *H. (C.) ornatus*. Del subgénero *Isohypsibius*, en cambio, encontré varios: *Hypsibius (I.) tuberculatus*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) franski*, *H. (I.) cyrilli*, *H. (I.) sattleri*, *H. (I.) prosostomus*. Casi siempre encontré *H. (I.) franski*, pocas veces *H. (I.) cyrilli* y más a menudo *H. (I.) sattleri* y *H. (I.) tuberculatus*.

Del subgénero *Hypsibius* he encontrado hasta ahora: *H. (H.) dujardini*, *H. (H.) convergens*, *H. (H.) pallidus*, *H. (H.) oberhäuscri*.

De éstos los más frecuentes fueron *H. (H.) dujardini*, *H. (H.) convergens*, *H. (H.) pallidus*, menos frecuente, en cambio, *H. (H.) oberhäuseri*.

Del subgénero *Diphascon* encontré el mayor número de representantes que son: *H. (D.) bullatus*, *H. (D.) nonbullatus*, *H. (D.) gerdae*, *H. (D.) scoticus*, *H. (D.) recañieri*, *H. (D.) mariae*. Muy frecuente *H. (D.) scoticus*, no tan frecuente *H. (D.) bullatus*; menos frecuentes los demás representantes.

De la familia *Arstiscidae* sólo encontré *Milnesium Tardigradum*, y no con mucha frecuencia.

Vamos a considerar ahora los tardígrados en cada habitat aislado. Como ya hemos indicado, se trata en primer lugar de los musgos de pinares y del suelo, tanto en sus partes superiores como inferiores, luego también los depósitos aciculares.

*Los musgos como habitat de tardígrados.*—Si consideramos ahora los musgos como habitat de tardígrados, vemos que no son mal habitat para los tardígrados. En ellos encontré 27 especies de tardígrados; es decir, casi la mitad de los tardígrados conocidos en Centro-Europa. Los tardígrados encontrados los divido de la siguiente forma:

Familia *Scutechiniscidae*: dos especies, que son *Bryodelphax parvulus* y *Pseudechiniscus suillus*.

Familia *Macrobiotidae*: 24 especies, que se distribuyen de la siguiente forma:

Siete del género *Macrobiotus*: *M. richtersi*, *M. intermedius*, *M. harmsworthi*, *M. montanus*, *M. hufelandi*, *M. echinogenitus* y *M. kollerii*.

Diecisiete del género *Hypsibius*, uno del subgénero *Calohypsibius*, que es *H. (C.) ornatus*; seis del subgénero *Isohypsibius*; *H. (I.) tuberculatus*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) franzi*, *H. (I.) cirylli*, *H. (I.) sattleri*, *H. (I.) prosostomus*; tres del subgénero *Hypsibius* s. str.: *H. (H.) dujardini*, *H. (H.) pallidus*, *H. (H.) oberhäuseri*; siete del subgénero *Diphascon*: *H. (D.) bullatus*, *H. (D.) nonbullatus*, *H. (D.) trachydorsatus*, *H. (D.) gerdae*, *H. (D.) scoticus*, *H. (D.) recañieri*, *H. (D.) mariae*.

Y de la familia *Arctiscidae*, *Milnesium Tardigradum*.

TABLA IV

Lista de tardígrados encontrados en los musgos forestales y de pinares alpinos

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total	Fr.	Ab.
1. <i>Bryodolpax parvulus</i> ... ..							4								15	1	1
2. <i>Pseudechiniscus suillus</i> ... ..			5						2						72	3	2
3. <i>Macrobiotus richtersi</i> ... ..						5			7	7				5	132	3	3
4. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..				3									6		98	2	2
5. <i>Macrobiotus harmsworthii</i> ... ..			2				6								117	2	3
6. <i>Macrobiotus montanus</i> ... ..											5	4			20	2	+
7. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..	31	9	7		8			12		5		2	8		437	4	5
8. <i>Macrobiotus echinogenitus</i> ... ..	8										4				145	3	3
9. <i>Macrobiotus kollerii</i> ... ..	5														5	+	+
10. <i>Hypsibius (C.) ornatus</i> ... ..					2										12	+	+
11. <i>Hypsibius (H.) tuberculatus</i> ... ..							7		3					3	91	1	2
12. <i>Hypsibius (I.) nodosus</i> ... ..															76	2	2
13. <i>Hypsibius (I.) franzi</i> ... ..			3	3				1				2			88	3	2
14. <i>Hypsibius (I.) cyrilli</i> ... ..	3														13	+	+
15. <i>Hypsibius (I.) satileri</i> ... ..					5						2				72	1	2
16. <i>Hypsibius (I.) prosostomus</i> ... ..					7		2		5		5				128	3	3
17. <i>Hypsibius (H.) dujardini</i> ... ..						3	3				1		5		51	3	1
18. <i>Hypsibius (H.) pallidus</i> ... ..			4						2						111	3	+
19. <i>Hypsibius (H.) oberhäuseri</i> ... ..				3											17	2	+
20. <i>Hypsibius (D.) bullatus</i> ... ..					15					7					38	2	+
21. <i>Hypsibius (D.) nonbullatus</i> ... ..					5		3								10	1	+
22. <i>Hypsibius (D.) trachydorsatus</i> ... ..					2		4					2			11	1	+
23. <i>Hypsibius (D.) gerdæ</i> ... ..								2							9	+	+
24. <i>Hypsibius (D.) scoticus</i> ... ..	7	6			8					6			3		228	3	4
25. <i>Hypsibius (D.) recamieri</i> ... ..			5												12	2	+
26. <i>Hypsibius (D.) mariae</i> ... ..								3							7	1	+
27. <i>Milnesium tardigradum</i> ... ..	6														65	1	2

1.—Bosque de coníferas, abetos, píceas antiguos; altura unos 900 m., escasa cubierta de musgo. (Leg. Franz).

1.—Bosque de abetos, ladera N., altura 1.200 m., césped cerrado de musgo en el suelo. (Leg. Franz).

3.—Bosque de picea, límite del bosque, dirección N., altura unos 680 m., césped cerrado de *Hylocomium schreberi*.

4.—Mismo sitio, apenas 100 m. más alto y a unos 50 m. del límite del bosque.

5.—Almohadilla de musgo de los árboles testigos en el límite del bosque, por lo demás, el mismo sitio.

6.—Bosque de picea cerrado, orientación N., escasa cubierta de musgo.

7.—Claro en el bosque de picea, altura unos 700 m., orientación NW.

8.—Bosque de picea, mezclado con alerce; altura unos 1.200 m., orientación NE., capa de musgo seca.

10.—Bosque claro de picea, mismo sitio, césped de musgo más espeso.

11.—Límite del bosque, en el mismo sitio.

12.—Mismo sitio, apenas 200 m. más alto.

13.—Bosque de picea, orientación SE., altura 680 m., no lejos del límite del bosque

14.—Límite del bosque, mismo sitio.

Observación: 1. Bosque de coníferas junto a la casa de caza en el «Holzgraben» «Oberlaussa».

2. Bosque de abetos del Löckenmoosberg en Gossau.

3, 4, 5, 6, 7, 8. Bosque de píceas en Tristach.

9, 10, 11, 12, 13, 14. Bosque de píceas en el lado soleado, en Lienz.

Como se observa en seguida en la lista, los representantes de los Scutechiniscidos huyen de los musgos en los bosques de coníferas; pero también son escasos los representantes del género *Macrobiotus*, aunque son abundantes en número de individuos. Los más abundantes en este biotopo y habitat son los representantes del género *Hypsibius*, en especial los representantes de aquellas formas que están provistas de formaciones cuticulares como son las de los subgéneros *Isohypsibius* y *Diphascon*.

*Los depósitos de hojas aciculares como habitat.*—En los depósitos de hojas aciculares, considerados como habitat de tardígrados, no he podido encontrar hasta ahora ningún representante de los Scutechiniscidos. Los que sí he encontrado son otras especies del género *Macrobiotus* (cinco especies) y del género *Hypsibius* (diez especies). Las especies del género *Macrobiotus* fueron: *Macrobiotus richtersi*, *M. intermedius*, *M. harmsworthi*, *M. montanus*, *M. hufelandi*; las del género *Hypsibius* se distribuyen de la manera siguiente: a) subgénero *Isohypsibius*, cinco especies: *H. (I.) tuberculatus*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) franzi*, *H. (I.) sattleri*, *H. (I.) prosostomus*; b) del subgénero *Hypsibius*: *H. (H.) convergens*, *H. (H.) microps*, *H. (H.) dujardini*, o sea tres especies, y c) del subgénero *Diphascon*, dos: *H. (D.) bullatus* y *H. (D.) scoticus*. Las especies *M. intermedius*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) sattleri*, *H. (H.) dujardini*, *H. (H.) microps* y *H. (D.) bullatus* deben considerarse más raras.

En la tabla pueden apreciarse más detalles.

TABLA V

Lista de los tardígrados encontrados en los depósitos de hojas aciculares de los bosques de coníferas subalpinos

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	mu.	Fr.	Ab.
1. <i>Macrobiotus richtersi</i> ... ..										4					32	3	1
2. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..															24	3	+
3. <i>Macrobiotus harmsworthi</i> ... ..			7			9	5				4			5	43	3	2
4. <i>Macrobiotus montanus</i> ... ..	3					5									18	2	+
5. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..						3		7	2	5					53	4	3
6. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ... ..	6	3						3				4			21	3	+
7. <i>Hypsibius (I.) nodosus</i> ... ..						5					2	5			7	2	+
8. <i>Hypsibius (I.) franzi</i> ... ..		4	3	7	3	12	3	6			9	5	3	7	69	5	3
9. <i>Hypsibius (I.) sattleri</i> ... ..											5				8	1	+
10. <i>Hypsibius (I.) prosostomus</i> ... ..			2				5		3						19	3	+
11. <i>Hypsibius (H.) dujardini</i> ... ..								3							10	2	+
12. <i>Hypsibius (H.) convergens</i> ... ..			3	2						3					17	2	+
13. <i>Hypsibius (H.) microps</i> ... ..												3	4		4	1	+
14. <i>Hypsibius (D.) bullatus</i> ... ..					4										14	2	+
15. <i>Hypsibius (D.) scoticus</i> ... ..	7	5		4	2									7	21	4	+

En total he investigado 100 muestras; en ellas he encontrado 15 especies de tardígrados, que se distribuyen como indiqué más arriba.

Muestra 1.—Depósito de hojas de alerce, a una altura de 1.700 m., bien soleado.

2.—Depósito de bosque de alerce-picea, ladera W. (Leg. Franz).

3.—Depósito de agujas de picea, límite del bosque, altura unos 680 m., orientación NW., no demasiado seco.

4.—Bosque espeso, depósito de hojas aciculares, altura unos 800 m.

5.—Bosque de picea joven, altura unos 1.500 m., orientación SW.

6.—Depósito de hojas aciculares en el límite del bosque, soleado, poco espeso.

7.—Depósito de hojas de carrasco, altura unos 1.200 m., orientación S., soleado.

8.—Depósito seco, mismo sitio, límite del bosque, orientación S.

9.—Depósito en el límite del bosque, orientación SW, altura 650 m.

10.—Bosque de picea bien soleado, altura unos 900 m.

11.—Depósito de hojas aciculares con líquenes de bosque claro, mismo sitio del anterior.

12.—Depósito debajo de carrasco, soleado, altura unos 1.800 m.

13.—Bosque de coníferas, a unos 150 m. del límite del bosque, altura 800 m.

14.—Mismo sitio, límite del bosque.

Observación: 1. Pradera alpina de Tristach.

2. Bosque alerce, picea, más arriba de la Fonda «Guter Wirt». Hochlantsch en Mixnitz.

3. Tristach más abajo del lago.

4. Lago de Tristach.

5. Declive de Rauchkoffel, orientación W. en Tristach.

6. En Amlach, Lienz.

7. Refugio de los Dolomitas más arriba de Tristach.

8. Mismo sitio.

9. Nussdorf, Lienz.

10. Mismo sitio.

11. Mismo sitio, sólo que unos 300 m. más arriba.

12. Zetttersfeld.

13. En Oberlienz.

14. Mismo sitio.



b) *Bosque foliar subalpino como biotopo*

Lo mismo que en los bosques de coníferas, encontramos también tardígrados en los bosques de árboles. Sin embargo, no en todos. Los bosques espesos de haya con poca vegetación baja tienen pocos o casi ningún tardígrado; aunque podemos contar con ellos en lugares más claros, en el musgo o en la hojarasca.

En los bosques he encontrado hasta ahora 15 especies de tardígrados, especialmente en la hojarasca, más que en los depósitos de hojas aciculares. La gran mayoría de los tardígrados encontrados pertenecen a los representantes de la familia de los Macrobiotidos. De los Scutechinisci sólo he podido encontrar *Pseudechiniscus suillus*; del género Macrobiotus he encontrado cuatro especies, las demás pertenecen al género Hypsibius y se distribuyen así: cinco del subgénero Isohypsibius; tres, del subgénero Hypsibius s. str., y dos, al subgénero Diphascon.

De más de 50 muestras de los bosques foliares, nueve eran del interior del bosque; 23 muestras del límite del bosque; de árboles aislados (hojarasca), 13 muestras, y cinco muestras las he recogido debajo de árboles solitarios. Para la lista siguiente he escogido 14 muestras.

TABLA VI

Los tardígrados encontrados en la hojarasca

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. <i>Pseudechiniscus suillus</i> ... ..	6											5	9		23
2. <i>Macrobiotus richtersi</i> ... ..							5	3	12	7				8	45
3. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..	9											7			54
4. <i>Macrobiotus harmsworthi</i> ... ..						5									
5. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..	13		9	3	7					15	1		6		125
6. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ... ..	5								3						31
7. <i>Hypsibius (I.) nodosus</i> ... ..								7						6	23
8. <i>Hypsibius (I.) satleri</i> ... ..														5	15
9. <i>Hypsibius (I.) franzi</i> ... ..		8	5	7						10	9	30		4	112
10. <i>Hypsibius (I.) prosostomus</i> ...							4					6			25
11. <i>Hypsibius (H.) dujardini</i> ... ..							5	9							32
12. <i>Hypsibius (H.) convergens</i> ... ..												7			13
13. <i>Hypsibius (H.) pallidus</i> ... ..				4											14
14. <i>Hypsibius (D.) bullatus</i> ... ..														5	9
15. <i>Hypsibius (D.) scoticus</i> ... ..		7	9									4			39

Muestra 1.—Hojarasca de haya con depósitos de hojas aciculares (Leg. Franz.).

2.—Hojarasca de alnus, en lugares secos y soleados, 1.500 m. (Leg. Franz.).

3.—Mismo sitio, 100 m. más bajo, húmedo, en la desembocadura de la garganta de un arroyo.

4.—Hojarasca de alnus en bosque sombreado de alnus, con pocos abetos en Kleihem Bach (Leg. Franz.).

5.—Capa superior seca de hojarasca de bosque de alnus.

6.—Hojarasca de cerezo en lugar seco, bien soleado.

7.—Hojarasca de alnus viridis en bosque de alnus, orientación S., bien soleado.

8.—Mismo sitio, a una distancia de 150 m.

9.—Hojarasca de alnus, en un lugar bien soleado, orientación W.

10.—Hojarasca en el límite del bosque. hojarasca mezclada, orientación N.

11.—Hojarasca de avellano, ladera S. (Leg. Franz.).

12.—Hojarasca de agracejo de un seto en el borde del camino, orientación N.

13.—Hojarasca de helechos en lugar sombreado.

14.—Muestra 1.128 sin más indicación, deduciendo de la muestra y de la biocenosis, lugar húmedo (Leg. Franz.).

Observación: 1. Kleingraben en Kreuzberg de Wayer.

2. Putzer Alm. Schladminger Tauern.

3. Mismo sitio.

4. Seckau.

5. Tristach.

6. Nussdorf, en Lienz.

7. Grafendorf en Lienz.

8. Mismo sitio.

9. Más arriba de Lienz.

10. Amlach, Lienz.

11. Leichenberg, Admont.

12. En el camino de Lavant, no lejos de Tristach.

13. Junto al depósito de agua de Tristach.

14. Admont, sin más indicación del yacimiento.

También aquí está constituida la población de tardígrados de modo semejante a la de los pinares; faltan solamente dos especies más xerófilas y que se encuentran en los depósitos de hojas aciculares y que son: *Macrobiotus montanus* e *Hypsibius (H.) microps*; en su lugar han aparecido *Pscudechiniscus suillus* e *Hypsibius (H.) pallidus*. Del género *Macrobiotus* encontramos especies que ya conocemos de otros habitats, y que poseen una valencia más o menos grande, bien sea con relación al factor humedad (sequedad) o al oxígeno. De *Isohypsibius* también hay formas conocidas del depósito de hojas aciculares y especialmente aquellas formas que van provistas de excrecencias como *H. (I.) tuberculatus*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) fransi* y *H. (I.) sattleri*. De *Hypsibius (H.)* tenemos aquí las tres especies euryhygras y euroxygenas; de *Diphascon*, en cambio, una con excrecencias cuticulares *H. (D.) bullatus* y otras euryhygra y euroxygena *H. (D.) scoticus*.

TABLA VII

Lista de los tardígrados encontrados en las almohadillas de musgo de los bosques

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ... ..					3				17
2. <i>Pseudechiniscus suillus</i> ... ..	9					4			23
3. <i>Pseudechiniscus megacephalus</i> .			7						7
4. <i>Macrobiotus intermedium</i> ... ..	5	8		3	4				33
5. <i>Macrobiotus montanus</i> ... ..	6		5					7	35
6. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..	11	7	3			7	5	5	59
7. <i>Macrobiotus echinogenitus</i> ... ..				8					14
8. <i>Hypsibius (C.) ornatus</i> ... ..	3								3
9. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ... ..			3				2		9
10. <i>Hypsibius (I.) nodosus</i> ... ..					1				1
11. <i>Hypsibius (H.) dujardini</i> ... ..			5			3			12
12. <i>Hypsibius (H.) pallidus</i> ... ..				3			5		18
13. <i>Hypsibius (D.) scoticus</i> ... ..	8		4					4	21

Hasta ahora he podido estudiar pocas muestras de almohadillas de musgo en bosques, por eso los datos que doy más arriba son incompletos.

Muestra 1.—Musgo seco de troncos de haya, bosque, altura 1.380 m., ladera S. (Leg. Franz).

2.—Musgo del pie y tronco de un haya.

3.—Musgo de roca en el sombreado bosque de haya, unos 500 m. sobre el nivel del mar.

4.—Musgo debajo haya, altura unos 680 m., orientación N.

5.—Mismo sitio, apenas 100 m. más alto.

6.—Limite del bosque, bosque mixto, almohadilla de musgo del suelo, dirección NW., no muy soleado.

7.—Mismo sitio, a unos 300 m. de distancia.

8.—Bosquecillo de alnus, musgo del suelo, lado S.

Observación: 1. Bosque más abajo de Kasberghütte.

2. Cumbre de Kreuzberg, en el límite de la vertiente.

3. Barranco de Bärenschutz, en Mixnitz, barranco húmedo.

4. No lejos de Tristach, más abajo del lago.

5. Mismo sitio.

6. No lejos de Amlach, Lienz.

7. Mismo sitio.

8. Thurn, Lienz.

Como se observa en la lista, se encuentran pocas especies de tardígrados en los musgos de los bosques. Sin embargo, en los claros más que a la sombra.

c) *El campo abierto, como biotopo de tardígrados*

De todos los biotopos, el más favorable es sin duda el campo abierto; aquí ejercen toda su acción el sol, la aireación (o el viento), la humedad del aire, bien sea por la niebla, el rocío o la lluvia y en determinados casos, la nieve. Y como no se diferencian mucho en su número y su constitución las poblaciones de tardígrados de campo abierto en la zona alpina y en la subalpina, trataré aquí de ambas juntas. Hablaremos de los musgos en el suelo, rocas, piedras, muros, tejados, los líquenes en árboles, piedras, etc., las tierras y el humus. Por último, trataremos también del moder de leña, las partes bajas, muertas de los musgos y algunas rendsinas.

*Los musgos como habitat.*—En los musgos de terrenos libres, abiertos he encontrado hasta ahora la mayoría de los tardígrados, en total 43 especies, que se distribuyen de la manera siguiente: 17 de la familia de los Scutechiniscidos; 26, de la familia de los Macrobiotidos, y de éstos, nueve del género *Macrobiotus*, 14 del género *Hypsibius*, y uno de la familia Arctiscidae, y éste del género *Milnesium*.

He investigado varios cientos de muestras de los diferentes yacimientos de tardígrados. En la lista siguiente reproduzco sólo unas cuantas por falta de espacio; sin embargo, daré por separado la lista de los musgos de árboles, del suelo, de piedras o rocas y de tejados.

En los musgos arborícolas encontré las siguientes especies de tardígrados:

*Bryodelphax parvulus* (5 × : 3,11,5,9,2), *Echiniscus* (E.) *quadrispinosus* (4 × : 1,5,3,7), *Echiniscus* (E.) *scrofa* (5 × : 2,2,5,4,3), *Echiniscus* (E.) *merokensis* (8 × : 10,3,6,4,2,7,5,5), *Echiniscus granulatus* (3 × : 6,3,8), *Echiniscus* (E.) *trisetosus* (18 × : 15,3,12,8,1,7,20,14,5,3,8,2,10,4,10,3,5,2), *Echiniscus* (E.) *loxophthalmus* (1 × : 15), *Echiniscus* (E.) *tardus* (3 × : 2,5,3), *Echiniscus* (E.) *blumi* (5 × : 3,7,6,9,2), *Pseudechiniscus suillus* (4 × : 7,3,5,4), *Macrobiotus richtersi* (3 × : 4,7,3), *Macrobiotus intermedius* (2 × : 1,4), *Macrobiotus harmsworthi* (5 × : 3,7,3,3,5), *Macrobiotus hufelandi* (12 × : 3,8,2,3,6,13,7,9,2,8,15,3), *Macrobiotus Echinogenitus* (4 × : 2,5,3,7), *Hypsibius* (I.) *prosostomus* (6 × : 3,1,1,5,2,3), *Hypsibius* (H.) *dujardini* (7 × : 2,5,5,7,3,3,3), *Hypsibius* (H.) *convergens* (3 × : 2,2,5), *Hypsibius* (H.) *pallidus* (3 × : 5,3,3), *Hypsi-*

*bius* (H.) *oberhäuseri* (5 × : 2, 5, 4, 9, 3), *Hypsibius* (D.) *scoticus* (7 × : 3, 7, 4, 2, 3, 3, 2), *Milnesium tardigradum* (5 × : 3, 3, 6, 4, 7). He investigado en total 23 muestras.

En total 22 especies, de las cuales 10 pertenecen a los Scutechiniscidae. Encontramos hermosas colonias de tardígrados, especialmente en árboles libres, solitarios: allí encuentran suficiente humedad y rápida desecación. Por eso la población es una mezcla de formas steno y euryhygras.

En los musgos sobre piedras, bloques sueltos de rocas o muros encontré colonias de tardígrados constituídas de la manera siguiente:

*Parechiniscus chitonides* (1 × : 12 ejemplares), *Bryodelphax parvulus* (13 × : 3, 7, 3, 15, 4, 12, 5, 2, 5, 2, 3, 3, 5), *Echiniscus* (E.) *quadrispinosus* (4 × : 8, 3, 4, 2), *Echiniscus* (E.) *scrofa* (2 × : 2, 5), *Echiniscus* (E.) *merokensis* (3 × : 4, 3, 5), *Echiniscus* (E.) *granulatus* (5 × : 3, 3, 2, 5, 4), *Echiniscus* (E.) *trisetosus* (7 × : 5, 3, 8, 2, 3, 5, 4), *Pseudechiniscus suillus* (7 × : 3, 7, 5, 3, 9, 5, 3), *Pseudechiniscus cornutus* (3 × : 2, 5, 3, 7), *Pseudechiniscus distinctus* (1 × : 13), *Macrobiotus richtersi* (11 × : 5, 3, 7, 5, 4, 3, 3, 8, 4, 7, 5); *Macrobiotus intermedius* (5 × : 3, 2, 5, 3, 7); *Macrobiotus harnsworthi* (2 × : 5, 3), *Macrobiotus montanus* (2 × : 3, 3), *Macrobiotus hufelandi* (15 × : 2, 5, 3, 2, 8, 11, 3, 4, 10, 2, 16, 5, 3, 6, 9), *Macrobiotus echinogenitus* (3 × : 5, 2, 4), *Hypsibius* (C.) *ornatus* (4 × : 6, 3, 4, 2, 6, 3), *Hypsibius* (C.) *verrucosus* (2 × : 3, 2), *Hypsibius* (I.) *hadži* (2 × : 3, 4), *Hypsibius* (I.) *montanus* (1 × : 3), *Hypsibius* (I.) *tuberculatus* (4 × : 3, 2, 1, 5), *Hypsibius* (I.) *nodosus* (3 × : 5, 5, 7), *Hypsibius* (I.) *sattleri* (3 × : 4, 3, 5), *Hypsibius* (I.) *prosostomus* (8 × : 5, 3, 7, 4, 5, 2, 8, 3), *Hypsibius* (H.) *convergens* (5 × : 3, 7, 3, 2, 3), *Hypsibius* (H.) *pallidus* (3 × : 2, 5, 3), *Hypsibius* (D.) *scoticus* (6 × : 3, 2, 5, 7, 3, 3), *Hypsibius* (D.) *alpinus* (2 × : 3, 3), *Hypsibius* (D.) *chilenensis* (3 × : 5, 4, 5).

En total he investigado 30 muestras. En ocho de ellas encontré tres especies de tardígrados en cada una; en cinco, cuatro especies en cada una; en nueve, cinco en cada una, y en dos, sólo una especie de tardígrados. Como se observa fácilmente en este habitat se desarrollan mejor los tardígrados amantes de la sequedad.

*Musgos de los tejados como habitat.*—En los musgos de los tejados dominan circunstancias más bien unilaterales que influyen en los tardígrados también de manera unilateral. Encontré la colonia constituida generalmente por tres a cinco especies, y casi siempre las mismas especies. Estas fueron (en unas treinta muestras).

*Echiniscus* (E.) *trisetosus* (12 ×), *Macrobiotus richtersi* (3 ×), *Macrobiotus intermedius* (3 ×), *Macrobiotus harmsworthi* (3 ×), *Macrobiotus hufelandi* (27 ×), *Hypsibius* (H.) *oberhäuseri* (18 ×), *Hypsibius* (D.) *scoticus* (8 ×), *Milnesium tardigradum* (7 ×), con mayor frecuencia (19 veces) encontré la colonia formada por *Echiniscus* (E.) *trisetosus*, *Macrobiotus hufelandi* e *Hypsibius oberhäuseri*. Estos, cuando aparecen, se presentan en masa, *Echiniscus* (E.) *trisetosus*, en 1 dm<sup>2</sup> hasta 3.000 individuos, *Macrobiotus hufelandi*, de 5 a 7.000, y de *Hypsibius* (H.) *oberhäuseri*, hasta 1.800 individuos. El *Bryodelphax parvulus* lo encontré pocas veces.

*Musgos de suelos como habitat.*—Se trata de césped y otros musgos del suelo como habitat de tardígrados. Según los resultados obtenidos hasta ahora, no son un habitat adecuado. Encontré colonias pequeñas, pobres en especies y en individuos. En cerca de 100 muestras, encontré 46 sin un solo tardígrado; en las demás, aunque los había, estaban en pequeñísimo número. Encontré cinco representantes de la familia Scutechiniscidae (un *Bryodelphax*, tres *Echinisci*, un *Pseudechiniscus*), cuatro *Macrobiotus*, seis *Hypsibius* s. l. (dos *Isohypsibius*, tres *Hypsibius* s. str., un *Diphascion*) y un *Milnesium*. Encontré las siguientes especies: *Bryodelphax parvulus* (5 ×), *Echiniscus merokensis* (1 × : 12), *Echiniscus blumi* (4 ×), *Echiniscus trisetosus* (5 ×), *Pseudechiniscus suillus* (3 ×), *Macrobiotus richtersi* (17 ×), *Macrobiotus intermedius* (12 ×), *Macrobiotus hufelandi* (13 ×), *Macrobiotus echinogenitus* (3 ×), *Hypsibius tuberculatus* (3 ×), *Hypsibius* (I.) *prosostomus* (5 ×), *Hypsibius* (H.) *dujardini* (19 ×), *Hypsibius convergens* (5 ×), *Hypsibius* (H.) *pallidus* (7 ×), *Hypsibius* (D.) *scoticus* (6 ×), *Milnesium tardigradum* (10 ×).

#### d) El prado, como biotopo de tardígrados

Ya que he tratado de la mayoría de los biotopos, quiero hablar todavía del prado como biotopo de tardígrados. Se trata aquí no sólo del musgo, sino también del suelo, y de éste, las capas superiores como habitat de tardígrados.

En los musgos y suelos de las praderas he encontrado hasta ahora sólo 10 especies de tardígrados, y de éstos, tres de la familia de los Scutechiniscidos; tres, del género *Macrobiotus*, y cuatro, del género *Hypsibius* (de éstos, tres del subgénero *Isohypsibius* y uno del subgénero *Diphascion*).

TABLA VIII

Lista de los tardígrados encontrados en las praderas

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ... ..	5			1							
2. <i>Echiniscus (E.) granulatus</i> ...										7	
3. <i>Pseudechiniscus sullus</i> ... ..	2		5			3	4			3	
4. <i>Macrobiotus richtersi</i> ... ..		3							6		4
5. <i>Macrobiotus intermedius</i> ... ..				3		5					
6. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ... ..					3						5
7. <i>Macrobiotus terricola</i> ... ..											
8. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ...											8
9. <i>Hypsibius (I.) franzi</i> ... ..							5				
10. <i>Hypsibius (I.) cyrilli</i> ... ..								7			

- 1.—Pradera de valle, musgo, bien soleado.
- 2.—Pradera de montaña, ladera S.
- 3.—Suelo de pradera, capa superior hasta 3 cm.
- 4.—Suelo de pradera, la capa superficial.
- 5.—Suelo de pradera, en yacimiento sombreado.
- 6.—Pradera sin más datos (Leg. Franz).
- 7.—Buena pradera de valle (Leg. Franz).
- 8.—Pradera pantanosa, suelo de Lehm pesado sobre turbera alta Seggen y simsen (Leg. Franz).
- 9.—Pradera artificial (alfalfa) sobre suelo muy bueno, Lehm húmedo, bien abonado (Leg. Franz).
- 10.—Suelo de pradera, pradera magra, tierra parda pesada (Leg. Franz).
11. Pradera de montaña, 950 m. (Leg. Franz).

- Observación: 1. Tristach por encima de Nussdorf (Osttirol).  
 2. Tristach (Osttirol).  
 3. Mismó sitio.  
 4. Amlach, en Lienz (Osttirol).  
 5. Lavant, en Lienz.  
 6. Pico Kordon.  
 7. Frauenberg, Admont (Estiria).  
 8. Pürgschlagmoor (Estiria).  
 9. Essel Ardning (Estiria).  
 10. Geierbichl (Estiria).  
 11. Oberlaussa im Hölzgraben (Estiria).

Además de las especies citadas de tardígrados que viven en el suelo, he encontrado en el humus las especies siguientes: *Echiniscus (E.) granulatus*, *Echiniscus (E.) trisetosus*, *Macrobiotus harmsworthi*, *Hypsibius (I.) tuberculoides*, *H. (I.) sattleri* e *Hypsibius (H.) convergens*.

También he encontrado colonias de tardígrados de organización



semejante en el moder grueso, cuyas partículas no fueran demasiado grandes para originar oquedades excesivamente grandes.

Para la aparición de tardígrados en el suelo, es de importancia la *vegetación*. Ante todo se exige que no sea demasiado espesa, de modo que facilite la aireación y regulación de la humedad. Depende también de la vegetación el que los tardígrados colonicen la capa F. producida por ella. En las capas F. de algunas gramíneas (*Dactylis*) y especialmente en las tierras negras, producidas por ciertas gramíneas, no pude encontrar ningún tardígrado.

Sin embargo, casi siempre se puede contar con tardígrados en la capa de humus debajo de *Erica carnea*, debajo de *Rhododendron*, *Pinus Montana*, *Juniperus*, *Taccinium* y otros. Menos, en cambio, en suelos con espesa vegetación gramínea.

El grado de desarrollo del suelo nos indica, por un lado, el desarrollo de la colonia de tardígrados, y por otros, la influencia que ejercen los factores del suelo en formación sobre los tardígrados en todos los grados. Supuestos los otros factores, encontramos tardígrados en todos los grados de desarrollo del suelo, desde el Prodromal hasta las Rendsinas mulloides inclusive. Debajo de *Lecanora*, *Verrucaria* y *Grimmia* he encontrado tardígrados muchas veces y casi siempre debajo de *Globularia*, *Potentilla*, *Carex*, etc. Eran pocas especies y de éstas en primer lugar *Bryodelphax parvulus*, *Pseudechiniscus suillus*, *Macrobiotus intermedius*, con menos frecuencia *Macrobiotus hufelandi*, u otro *Macrobiotus*, *Hypsibius* (*Calohypsibius*) *ornatus* y algunas veces *Hypsibius* (*Isohypsibius*) *tuberculatus*.

En 50 muestras del primer grado de colonización encontré tardígrados; en 42 muestras 13 veces había uno u otro de los Scutechiniscidos citados arriba, 12 veces uno u otro de los *Macrobiotus*, 15 veces *Calohypsibius* y 12 veces *Isohypsibius*.

En más de 80 muestras de Protorensinas encontré tardígrados 55 veces: *Bryodelphax parvulus*, 6 x; *Echiniscus* (*E.*) *quadrspinus*, 2 x; *Echiniscus scrofa*, 5 x; *Pseudechiniscus suillus*, 9 x; *Macrobiotus intermedius*, 8 x; *Macrobiotus hufelandi*, 9 x; *Hypsibius* (*I.*) *nodosus*, 5 x; *Macrobiotus echinogenitus*, 5 x; *Hypsibius* (*C.*) *ornatus*, 7 x; *Hypsibius* (*I.*) *prosostomus*, 7 x.

En 15 muestras de Rendsina mulloide encontré tardígrados 8 veces y de ellos, *Bryodelphax parvulus* una vez, *Pseudechiniscus suillus*, 3 x; *Macrobiotus intermedius*, 4 x; *Macrobiotus hufelandi*, 3 x; *Hypsibius* (*I.*) *tuberculatus*, 3 x; *Hypsibius* (*I.*) *nodosus*, 2 x; *Hypsibius* (*D.*) *scoticus*, 3 x; *Milnesium tardigradum*, 3 x.

TABLA IX

Tardígrados encontrados en las Rendsinas

Nombre de la especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1. <i>Bryodelphax parvulus</i> ...				5			8	3			3		4		6			5	3				
2. <i>Echiniscus (E.) quadrispinosus</i>					7					3													
3. <i>Echiniscus (E.) scrofa</i> ...									4														
4. <i>Pseudechiniscus suillus</i> ...	3		5		4		2					8	3										
5. <i>Macrobiotus intermedius</i> ...		5	4		7	5					7		3						4				
6. <i>Macrobiotus harmsworthi</i> ...									3														
7. <i>Macrobiotus montanus</i> ...																							
8. <i>Macrobiotus hufelandi</i> ...	5					6			2	4				5			5			3	7		2
9. <i>Macrobiotus echinogenitus</i> ...							3									3							
10. <i>Hypsibius (C.) ornatus</i> ...		3				3																	
11. <i>Hypsibius (I.) tuberculatus</i> ...													2		3			2					
12. <i>Hypsibius (I.) nodosus</i> ...			2											3			2						
13. <i>Hypsibius (I.) franzi</i> ...																			3			5	
14. <i>Hypsibius (I.) prosostomus</i> ...				4				2															
15. <i>Hypsibius (H.) dujardini</i> ...																					3	7	
16. <i>Hypsibius (D.) convergens</i> ...		4						5				5										3	
17. <i>Hypsibius (D.) scoiticus</i> ...	2											2								5			
18. <i>Milnesium tardigradum</i> ...										2						2							

Núms. 1-4 Estadio prodromal: 1. Pared rocosa. SW. 2.600 m. Lecanora.—2. Bloque de rocas, NW., 2.500 m. Lecanora.—3. Pared rocosa, S. Verrucaria.—4. Bloque de roca, W., 2.000 m. Grimmia.

Núms. 5-9 Protorendrina: 5. Globularia, 2.300 m., SW.—6. Globularia, W., 2.000 m.—7. Potentilla, S., 2.000 m.—8. Grimmia, W., 2.000 m.—9. Grimmia con líquenes, SW., 1.900 m.

Núms. 10-13 Rendsina mulliforme: 10. Globularia, S., 1.950.—11. Sesleria. 1.900 m.—12. Sesleria. NW., 1.800 m.—13. Mezcla, NW., 1.850 m.

Núms. 14-17 Rendsina de mull: 14. Debajo de líquenes sobre bloques de roca, 1.650 m.—15. Almohadilla de musgo con líquenes, S., 1.300 m.—16. Vegetación herbácea. SW., 1.500 m.—17. Globularia y otras almohadillas de vegetación, W., 1.800 m.

Núms. 18-23 Rendsina de Tangel: 18. *Erica carnea*, 1.500 m.—19. *Pinus montana*, 1.800 m.—20. *Rhododendron*, 1.750 m.—21. Capa de Tangel debajo de *Erica carnea* (Leg. Franz).—22. Capa de Tangel de *Ericetum*. 1.700 m. (Leg. Franz).—23. Capa de Tangel de *Pinus montana*, 950 m.

OBSERVACIONES: 1, 20 y 23 de los Dolomitas de Lienz. 21, bosque de Leuffen en Admont. 22, Kalbling, Admont.

En la Rendsina de Tangel, debajo de *Erica Carnea*, *Rhododendron* y *Juniperus* encontré 7 veces tardígrados de 12 muestras, y de éstas, 9 especies: 2 Scutechinisci, 3 Macrobiotus, 4 Hypsibius.

En la tabla 9 están reseñadas algunas muestras, desde Protorendsina a Rendsina de Tangel.

Como se observa en estas muestras, aumenta el número de especies de tardígrados con el desarrollo del suelo. Alcanza el máximo en la fase de Proto-rendsina, el mínimo en la rendsina de mull para volver a crecer en la rendsina de tangel.

Para completar el trabajo quisiera tratar también brevemente de las partes bajas muertas de musgo, de los líquenes, en los demás biotopos no tratados, por ejemplo, en tablas, árboles, muros, madera en descomposición y moder de madera.

Como habitat sólo entran en consideración los musgos más espesos y que forman almohadilla y especialmente los que están en los bordes del bosque o en el interior de bosques poco espesos. En cada uno de estos casos, pero especialmente en los musgos de bosques, son las partes bajas de los musgos habitats unilaterales aun en los casos en que en las partes superiores reinen condiciones óptimas.

En las partes bajas de los musgos la población de tardígrados está constituida en parte por especies que corresponden a las de la hojarasca y en parte por especies que corresponden a las partes superiores. En este habitat, en primer lugar, no encontré Echinisci, ni tampoco Pseudechiniscus, así como tampoco ningún Calohypsibius. En cambio sí varios representantes del género Macrobiotus e Hypsibius especialmente del subgénero Isohypsibius y precisamente del grupo *H. (I.) tuberculatus*, como hemos indicado en la hojarasca. Hasta ahora, he encontrado de Macrobioti: *Macrobiotus intermedius*, *Macrobiotus hufelandi*, *Macrobiotus echinogenitus*; de Hypsibius, y del subgénero Isohypsibius: *H. (I.) tuberculatus*, *H. (I.) nodosus*, *H. (I.) franzi*; del subgénero Hypsibius s. str. *H. (H.) dujardini*, *H. (H.) pallidus*, *H. (D.) scoticus* y del gén. Milnesium: *Milnesium tardigradum*.

En los líquenes (sobre tablas, árboles, ramas o troncos) encontré poblaciones de tardígrados que se parecían en cierto modo a los de los musgos de los tejados. Los más poblados de tardígrados fueron los líquenes *Lecanora*, *Usnea*, *Parmelia* y *Collema*. A diferencia de los musgos de tejados, estos líquenes presentan algunos representantes de la familia de los Pseudechiniscidae y del subgénero Calohyp-

sibius. Así, por ejemplo: *Bryodelphax parvulus*, *Echiniscus* (*E.*) *quadrispinosus* (en árboles) *Echiniscus* (*E.*) *scrofa* (mismo sitio), *Echiniscus* (*E.*) *trisetosus* (en ramas caídas y troncos secos) *Echiniscus* (*E.*) *blumi* (mismo sitio), *H.* (*Calohypsibius*) *ornatus* (en musgos de tablas, sólo una vez). Pero los más abundantes eran: *Macrobiotus intermedius*, *M. hufelandi*, *Hypsibius* *H. oberhäuseri* y *Milnesium tardigradum*.

En el moder de madera como habitat, especialmente en el moder grueso, en el que no dominan las partículas coprógenas sobre las vegetales, podemos contar con tardígrados, aunque aparezcan pocas especies, sobre todo representantes de la familia Macrobiotidae y del gén. Macrobiotus: *M. hufelandi*, *M. harmsworthi*; del gén. Hypsibius: *H. I. tuberculatus*, *H. I. tuberculoides*, *H. I. franzi*. Muy rara vez encontré *Milnesium tardigradum*.

Con todas las especies descritas en las listas no se han acabado todas las especies de tardígrados. En otras circunstancias y condiciones, con un estudio más intenso pueden encontrarse otras especies, a veces, más o menos, de las que se han descrito.

## BIBLIOGRAFIA

JOSÉ A. JIMÉNEZ SALAS: *Mecánica del Suelo y sus aplicaciones a la Ingeniería*.—1951. Publicaciones del Centro Bibliográfico de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. XVII + 393 páginas.

La Mecánica del Suelo como una rama de la Ingeniería, es de creación muy reciente. Hasta que Karl Terzaghi, actual Presidente de la Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, publicó en 1925 su obra «Mecánica del Suelo», puede decirse que no existía una exposición ordenada de su doctrina ni se había recogido la obra dispersa de quienes habían realizado investigaciones sobre ella.

Desde entonces adquirió un rápido desarrollo; pero, como se dice bien en la nota preliminar de la obra que comentamos, se le había dedicado muy poco espacio en la literatura técnica española.

La «Mecánica del Suelo» de Jiménez Salas es, en realidad, la primera obra que se publica en España sobre este tema. Consta de tres partes: en la primera, «Propiedades de los suelos», se empieza estudiando el origen de los suelos, pasándose luego a ver aquellas de sus propiedades que están íntimamente ligadas con la resistencia a la deformación de los mismos, terminando con un capítulo dedicado a los distintos tipos de suelos y sus características. En conjunto, constituye una introducción absolutamente necesaria para comprender la esencia de la Mecánica del Suelo y sienta los fundamentos necesarios para desarrollar las teorías expuestas en la segunda parte del libro, la cual está dedicada al estudio de la resistencia y deformaciones de las masas de suelos. A algunas de estas teorías el autor ha contribuido con aportaciones originales.

La tercera parte está dedicada a describir algunas de las aplicaciones de la Mecánica del Suelo a la ingeniería, principalmente al pro-

yecto y construcción de cimentaciones, carreteras, ferrocarriles y obras hidráulicas y marítimas. Termina la obra con un capítulo dedicado a los métodos de reconocimiento del terreno y toma de muestras.

El autor, dedicado íntegramente al estudio y aplicaciones en la nueva rama de la Ingeniería, a la que ha aportado además los resultados de su continuada labor investigadora, piensa que su libro es un manual de iniciación. Creemos que es mucho más que eso: un verdadero tratado, escrito con tal claridad y sentido lógico, que puede muy bien servir de texto a los no iniciados en la Mecánica del Suelo, pero en el que todos podrán estudiar el estado actual de la misma y sus vastas posibilidades.—JOSÉ GARCÍA VICENTE.

GIOVANNI HAUSSMANN: *L'evoluzione del terreno e l'agricoltura*.—1950. Ginho Einaudi, Editore. Torino, 432 págs.

Por los estudiosos de la Agricultura es sabido que en estos últimos tiempos la agronomía general ha adquirido nuevos y, pudiéramos decir, más elevados derroteros. Dejando la pura descripción de los hechos agrícolas, se ha convertido en una verdadera ciencia de *síntesis* que, fundiendo en un armonioso conjunto los medios y enseñanzas concretas de ciencias y técnicas especializadas, trata de conseguir la mejora y el incremento de la producción agraria. Dentro de estas nuevas directrices se encuentra el trabajo del Prof. Haussmann que comentamos.

Resulta extraordinariamente difícil, en los estrechos límites de una recensión, tomar en consideración todos los conceptos que sugiere la lectura de este magnífico libro.

El Prof. Haussmann, que dirige actualmente la «Stazione Sperimentale di Praticoltura di Lodi» (Milán), posee un profundo conocimiento de la lengua rusa, lo cual le ha permitido seguir el desarrollo de la escuela soviética de Agronomía, y en especial los trabajos del Prof. V. R. Williams, uno de cuyos libros ha sido traducido al inglés por G. V. Jacks, bajo el título «Principles of Agriculture».

Destaca en primer lugar en esta tendencia el deseo de relacionar estrechamente la Edafología con la Agronomía bajo las condiciones climatológicas y meteorológicas del ambiente en que la formación del suelo se realiza. Las condiciones de idoneidad del terreno agrícola formado, encuentran su expresión en un estado especial de la agregación, al cual va vinculada la fertilidad del mismo. Así Williams dice

que una fertilidad duradera y elevada se debe esencialmente a la estructura granular del terreno y tal estructura es el resultado de una evolución particular del humus que depende fundamentalmente de la flora pratense específica. La agricultura prospera y es rentable si existe un equilibrio entre la formación y la destrucción de la estructura, que se consigue ante todo mediante el uso de forrajeras en rotaciones adecuadas.

La fertilidad pues, según este concepto, se compendia en un particular estado de agregación del terreno y, en resumidas cuentas, el fin de la Agronomía General, a que más arriba nos referimos, no sería otro que conocer los medios para restablecer y conservar esta estructura óptima.

Mas podría preguntarse, ¿en qué consiste, cómo se forma y se manifiesta esta estructura? El humus —especialmente en su fracción soluble en álcalis—, la microflora rica y compleja que sobre él se implanta y la flora herbácea —gramíneas especialmente— son los elementos determinantes de este especial estado estructural.

De aquí el fuerte entronque que se establece entre la Edafología y la Sociología vegetal y el que adquiriera un particular interés el establecimiento y la distribución en la serie rotacional de los cultivos de determinadas plantas herbáceas. Esto explica el hecho tan conocido de antiguo, de asignar a los prados polífitos un efecto mejorante en las rotaciones de cultivo.

El restablecimiento y la conservación de la fertilidad no puede, pues, reducirse a simples adiciones de fertilizantes químicos o de agua; es preciso llegar a conocer las causas que provocan la formación y el mantenimiento de la estructura tantas veces referida, y en ellas debe encontrar la técnica agraria moderna el medio para satisfacer las crecientes necesidades alimenticias de la población. De acuerdo con las ideas anteriormente expuestas, la solución estaría en la introducción, en la rotación, de determinadas especies vegetales bajo condiciones perfectamente estudiadas y definidas.

Fácil es colegir el indudable interés y utilidad que para los estudiosos de la Agronomía puede tener esta obra, aún no completa, es cierto, pero de la cual tenemos ya un primer volumen dedicado al estudio de la correlación entre los procesos edafológicos, la fertilidad, la técnica agraria y los rendimientos de los cultivos. Tal es el subtítulo del volumen publicado.

El libro finaliza con más de doscientas cincuenta referencias bibliográficas sobre la materia.—ANDRÉS SUÁREZ.

A. S. CRAFTS: *Movement of Assimilates, Viruses, Growth Regulators, and Chemical Indicators in Plants*.—1951. «The Botanical Review», vol. 17, núm. 4: 203-384.

El problema del transporte de los materiales celulares absorbidos por las raíces o los elaborados por las hojas fué de los primeros que llamaron la atención de los antiguos fisiólogos y desde entonces aún no ha sido posible llegar a una conclusión definitiva que fuese aceptada unánimemente. Los trabajos sobre los fenómenos de migración se han venido sucediendo de una manera intermitente, siempre acompañados de las más vivas controversias. Las piezas maestras de la bibliografía migratoria pueden constituir las los trabajos de Munch (1936), Curtis (1935), Crafts (1938), Massu y Phillips (1937) y Crafts (1939), así como también los trabajos de Esau (1939 y 1950) sobre la anatomía del floema. Sin embargo, el desarrollo de los conocimientos sobre los fenómenos de transporte ha sido activamente avanzado en los últimos años con la aportación de nuevos medios de trabajo; el empleo de isótopos y sustancias reguladoras del crecimiento. La monografía de Crafts que comentamos tiene un indudable valor propio de toda revisión bibliográfica (hasta 157 trabajos) hecha objetivamente. Sus conocimientos le capacitan sobradamente para discutir los trabajos por él revisados.

Hasta 1938 el problema del transporte de los productos asimilados estaba asentado en los trabajos de Munch, Curtis, Mason y Phillips y Crafts. Desde esta fecha los postulados de este problema quedaron reducidos a dos: 1.º) el mecanismo protoplasmático, abarcando el movimiento a través del protoplasma de los tubos cribosos o sobre su superficie y una participación activa del protoplasma en el proceso, y 2.º) el mecanismo de flúidos, abarcando el movimiento a través de la lumina de los tubos cribosos, implicando un papel enteramente pasivo del protoplasma.

Los azúcares reductores producidos en el mesófilo de las hojas de la remolacha son trasladados hacia el floema de los nervios foliares. En el floema se polimerizan en sacarosa, que desciende hasta las raíces, en donde se acumula. Es bien conocido que el transporte en la remolacha está polarizado, es decir, desde una baja concentración en sacarosa, en el mesófilo y nervios foliares, según se ha podido comprobar por el análisis del tejido vascular, a una más elevada en el pecíolo, y alcanza la máxima concentración en la raíz. El problema pendiente de solución, es conocer dónde tiene lugar esta concentra-



ción, si esto ocurre en el parénquima en contacto con el floema, en el parénquima floemático o en el parénquima de almacenamiento de la raíz. El movimiento dentro de los tubos cribosos puede seguir un gradiente positivo y tener lugar por un proceso semejante a la difusión arrastrada por la corriente de los productos asimilados.

En las plantas de maíz la sacarosa es cambiada entre el floema y la médula del tallo. Pero en este caso ni la difusión activa ni el mecanismo de la corriente de los productos asimilados, pueden explicar el tipo de movimiento polarizado hallado en el maíz. La sacarosa se mueve desde las hojas con una concentración de 0,3 por 100 de aquella a través de tejidos conteniendo 7-8 por 100. En el maíz hay un marcado efecto de las espigas polinizadas sobre el movimiento de la sacarosa desde las hojas a los tejidos más profundos. Todo habla en favor de la existencia de un mecanismo de transporte polar, pero el problema, precisamente, está en localizar el mecanismo polar. Es posible que las células parenquimáticas del borde sean capaces de concentrar azúcares en el floema. El transporte es más intenso a menores temperaturas que a las más altas.

Los virus pueden presentar tres modos diferentes de movimiento: 1.º) los virus limitados al floema inyectados por insectos en los tubos cribosos pueden moverse muy rápidamente, unos 2,5 cms./hora; 2.º) los virus limitados al parénquima se mueven de célula a célula a través de los plasmodesmos a un promedio de unos cuantos milímetros por hora, y 3.º) virus tales como los productores del mosaico del tabaco que se mueven y se multiplican en el parénquima, pero también el floema donde su difusión a través de los tubos cribosos puede ser rápida.

En plantas de *Nicotiana glauca*, teniendo injertos basal y apical de tabaco turco, separados entre sí un metro, el virus se mueve desde el ápice al injerto basal y produce síntoma de ataque a los seis-nueve días de inoculación. De cada 10 plantas, el movimiento en sentido contrario, es decir, de la base al ápice, se hizo patente en un período de tiempo que osciló entre doscientos veinticuatro y doscientos cincuenta y dos días. Este movimiento fué relativamente rápido cuando se suprimieron las hojas de la parte apical. Las raíces del tabaco turco son afectadas por el virus del mosaico, pero de ordinario se requieren largos períodos de tiempo para la emigración del virus desde las raíces a los ápices, viéndose cómo la eliminación de los ápices aceleró este movimiento. En segmentos de tallos de tabaco el movimiento de este virus es aproximadamente de 90 cms. por cada seten-

ta y dos horas, contrastando con la velocidad de movimiento del virus de la remolacha, que lo hace a 2,5 cms. por minuto. En la alfalfa el movimiento de los virus desde la parte basal a la superior es aproximadamente de 10 cms./hora. Todo esto apoya la hipótesis de que el movimiento de los virus hacia las partes apicales puede ser relacionado con el movimiento del agua a través de los conductos xilemáticos. Igualmente los hechos expuestos sirven para hacer resaltar la idea de Crafts de que la naturaleza de la planta debe ser tenida en cuenta en los estudios de transporte de virus.

El empleo de la fluoresceína ha contribuido al conocimiento del problema de transporte, aunque los primeros trabajos con dicha sustancia fueron contradictorios por no poder distinguir entre el siguiente mecanismo de movimiento: 1.º) absorción a través de las paredes celulares y movimiento con la corriente transpiratoria con acumulación a lo largo de los simplastos hasta los tubos cribosos, seguido de transporte con la corriente de asimilados y subsiguiente absorción por el citoplasma de los elementos cribosos; 2.º) absorción por los tubos cribosos a través de los simplastos, seguida difusión de célula a célula a lo largo del estoplasma de aquellos elementos. Los últimos trabajos con fluoresceína arrojan mucha luz sobre el mecanismo de absorción y transporte y particularmente sobre el papel de las paredes celulares.

El empleo de isótopos radioactivos ha contribuido mucho al desarrollo de los estudios sobre transporte. El clásico experimento de Stout y Hoagland (1939) mostró que el fósforo radioactivo absorbido por las raíces se mueve hacia el ápice a través del xilema, pero el movimiento lateral cruzando el cambium a través de células vivas es tan rápido que el análisis de la corteza y leño, separados después de que la sal había ascendido, acusó el reactivo en ambas partes. Solamente separando la corteza del xilema con papel impermeable fueron capaces de demostrar que la conducción tiene lugar por el xilema. El empleo del carbono radioactivo  $C_{13}$  sirvió a Rabideau y Burr (1945) para comprobar que los hidratos de carbono formados en la fotosíntesis no se mueven a través de porciones muertas del tallo y que se mueven por el floema. El fósforo radioactivo aplicado en las raíces se mueve radialmente hacia arriba a través de porciones muertas del tallo.

El movimiento del estímulo resultante de la aplicación de 2.4 D está correlacionado con el movimiento de los alimentos orgánicos en las plantas de alubias, no verificándose en hojas con un bajo conte-

nido en azúcares, siendo rápido cuando las plantas se expusieron a luz intensa y adecuada concentración de  $\text{CO}_2$ . El transporte de 2,4-D está íntimamente relacionado con las reservas hidrocarbonadas de las plantas; la curvatura que producen 70  $\gamma$  de la sal sódica del 2,4-D es superior en plantas con alto contenido en hidrocarbonados que en una planta con dichas reservas bajas. La glucosa y fructuosa son más eficaces en el transporte de 2,4-D que la sacarosa. Con el empleo del isótopo 2,4-D I como indicador de transporte se puede comprobar que las hojas muy jóvenes no exportan cantidades apreciables de regulador de crecimiento absorbido, viéndose cómo hay una acumulación en la parte superior del hipocotilo y primer internodo en las plantas de *Phaseolus* jóvenes. El 2,4-D es un indicador ideal para estudios de transporte. Si se aplicó en pequeñas cantidades pasa a través de la cutícula, es absorbido por el mesófilo y pasa al floema, en donde se mueve rápidamente con los alimentos y causa una respuesta bien visible en el tallo a cierta distancia más abajo.

El descubrimiento de que la fluoresceína, fósforo radioactivo y 2,4-D aplicados a las hojas pueden ser absorbidos por el mesófilo, transportadas al floema y llevadas a las más remotas partes de la planta, indica la posibilidad de usar productos químicos transportados por la corriente migratoria, como herbicidas selectivos, fungicidas o insecticidas.—ERNESTO VIEITEZ.



## OTRAS REVISTAS DEL PATRONATO «ALONSO DE HERRERA»

*Anales de la Estación Experimental de Aula Dei.*—Revista destinada a la publicación de trabajos originales de investigación agrícola y asuntos relacionados con ella. Cada volumen contiene unas 300 páginas, distribuidas en cuatro números, que se publican a intervalos irregulares.

*Anales del Jardín Botánico de Madrid.*—Publicación del Instituto «Antonio J. de Cavanilles».

Publica trabajos y notas científicas que abarcan todos los campos de la Botánica. Precio del tomo anual, 100 pesetas.

*Collectánea Botánica.*—Publicación del Instituto Botánico de Barcelona.

Dedicada a la Botánica en general, viene a ser un órgano exterior de la actividad del Instituto Botánico de Barcelona, elemento de enlace con los demás centros de investigación.

Publica trabajos sobre las distintas disciplinas de la Botánica: sistemática, florística, fitosociología, fisiología, micología, briología, algología, etc.

Dedica una parte a reseñas bibliográficas y a la información.

Semestral. Ejemplar, 30 pesetas. Suscripción, 45 pesetas.

*Farmacognosia.*—Publicación del Instituto «José Celestino Mutis».

Esta revista está dedicada al estudio de los problemas de Farmacognosia tal como se concibe en el momento presente, siendo sus finalidades una propiamente científica, que trata de botánica, análisis químico, experimentación fisiológica y clínica, y otra de orden práctico, relativa al cultivo y recolección de materias primas idóneas, no sólo para la Medicina, sino para la Dietética y la industria.

Trimestral. Ejemplar, 25 pesetas. Suscripción, 80 pesetas.

*Genética Ibérica.*—Publicación del Instituto «José Celestino Mutis».

Publica trabajos sobre Citología, Citogenética y Genética de los diversos materiales que constituyen el tema específico de investigación en los distintos Centros colaboradores de la revista, en España y Portugal, y los relacionados con la mejora de las especies vegetales que interesan en la Farmacognosia.

Trimestral. Ejemplar, 20 pesetas. Suscripción, 70 pesetas.

*Microbiología Española.*

En esta revista aparecen originales microbiológicos españoles y extranjeros, siendo el órgano de publicación de los trabajos leídos en las reuniones de la Sociedad de Microbiólogos Españoles y de los efectuados en el Instituto «Jaime Ferrán», de Microbiología.

Trimestral. Ejemplar, 22 pesetas. Suscripción, 80 pesetas.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL



Precio: 20 ptas.

Tommo XI. Numa die Bedagogia VEGTAL FISIOLOGIA JULIO - agosto 1952