

REPUBLICA ARGENTINA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS
INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

PUBLICACIÓN N° 51

ENSAYO EDAFOLOGICO
SOBRE LA ANTARTIDA ARGENTINA

POR

RUBEN H. MOLFINO

De la REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA (3ª época), t. XXXII (entrega 1ª)

BUENOS AIRES

1956

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MINISTRO

Dr. ALBERTO MERCIER

Subsecretario

Ing. Agr. GASTON BORDELOIS

Secretario General

D. ALFREDO S. EUGSTER

Director General de Investigaciones Agrícolas

Ing. Agr. UBALDO GARCIA

Director del Instituto de Suelos y Agroecnia

Ing. Agr. JORGE I. BELLATI

RUBEN H. MOLFINO

ENSAYO EDAFOLOGICO
SOBRE LA ANTARTIDA ARGENTINA

De la REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA (3ª época), t. XXXII (entrega 1ª)

LA PLATA
REPÚBLICA ARGENTINA

1956

ENSAYO EDAFOLOGICO SOBRE LA ANTARTIDA ARGENTINA

POR RUBEN H. MOLFINO ¹

*« Doy lo que tengo : Que otros capaces de
hacer más, hagan su más, como yo hago
mi menos ».*

JOSÉ ORTEGA Y GASSET

I. INTRODUCCIÓN

A) *Objeto del trabajo.* — El autor tuvo oportunidad de participar, como integrante de la « Comisión Científica Antártica 1952-1953 », de la XVIIª campaña de la Marina de Guerra argentina en tal sector del suelo patrio. Dicha campaña fué cumplida por la VIIIª Fuerza de Tareas Antártica, al mando del Capitán de Navío don Rodolfo N. M. Panzarini, durante el verano de los años 1952-1953.

El Transporte A. R. A. « Bahía Aguirre », a cuyo bordo viajaba el que esto escribe, hizo escala en los siguientes Destacamentos Navales argentinos :

1. « Decepción », en la isla del mismo nombre, ubicada en el Archipiélago de las Shetlands del Sur ;
2. « Bahía Luna », hoy denominado « Teniente Cámara », en la Isla Media Luna, ubicada en el Estrecho de Mc Farlane, en el mismo archipiélago ;
3. « Melchior », en la Punta Observatorio, de la isla homónima del Archipiélago de Melchior, en la Bahía Dallmann ; y,

¹ Ingeniero Agrónomo. Profesor Adjunto de Edafología, Facultad de Agronomía de La Plata. Tesis de Profesorado. Trabajo recibido para su publicación el 24 de diciembre de 1955.

4. « Almirante Brown », en la Punta Proa, de la Bahía Paraíso, sobre la Costa de Danco en la Tierra de Graham.

Al desembarcar y explorar en los tres primeros ambientes insulares mencionados, se observó la presencia de sedimentos y materiales terrígenos diversos, cuyo estudio *edafológico*, esto es, considerados como « suelos » en la acepción amplia del vocablo, pues estrictamente, como se verá, están lejos de serlo; se apreció de interés y original, en nuestro medio al menos. De aquí que nuestro estudio — y quede bien aclarado — será objeto de un tratamiento paralelo al de la edafología con fines agrícolas, y no de naturaleza crioedafológica, término éste que preferimos (González Bonorino y Teruggi, 1952) al más usual de « crioopedología », debido a Kirk Bryan, autor norteamericano, en 1946.

En cuanto a las observaciones y medidas de este último carácter, han de encontrarse en el informe de nuestro compañero de comisión, Profesor Doctor Arturo Eduardo Corte (Corte, 1953: No visto), especializado desde varios años atrás (Corte, 1950, 1951, 1953 y 1955) en tal materia.

B) *Colaboración recibida.* — La organización de la Comisión Científica de referencia, estuvo a cargo del Director Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Ing. Silvio A. Tosello (Secretaría de Asuntos Técnicos), por cuenta del Instituto Antártico Argentino « Coronel Hernán Pujato », que dirige el General de Brigada homónimo (Secretaría de Defensa Nacional). La Marina de Guerra Argentina corrió con la conducción de la campaña.

La colección de las muestras se realizó con la permanente y estrecha cooperación del Sr. Rutilio A. Spegazzini y los análisis de laboratorio con la del Sr. Carmelo P. Molinari, este último primer preparador de la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía (La Plata). El Prof. Dr. Juan Olsacher permitió la utilización de los resultados de tamización sobre muestras tomadas por ambos en la Isla Decepción, objeto de su estudio geológico, y la Prof. Dra. Alejandra A. I. Crotti de Ubeda Molina realizó el análisis e interpretación de una muestra de dacita de la Isla Media Luna. El Prof. Dr. Joaquín Frenguelli se dignó examinar las muestras de fondo marino.

El Dr. Isaías Rafael Cordini, veterano de las campañas antárticas argentinas y eximio investigador de su geología, glaciología y oceanografía física, tuvo a bien revisar los originales de este ensayo, enriqueciéndolo con aportes y críticas oportunas. A todos, gestores y

colaboradores, nuestro grato y expresivo reconocimiento, que se hace extensivo al Capitán Jorge J. C. Mottet, Secretario del Instituto que dirige el General Pujato, al Capitán de Fragata Carlos A. Brañas, ex-Comandante del Remolcador Hidrográfico «Chiriguano», y a tantas otras personas que, en una u otra forma, hicieron posible este trabajo.

II. REVISTA DE LA BIBLIOGRAFÍA

Al emprender esta tarea, hemos contado con la existencia de dos repertorios bibliográficos de gran magnitud, para la materia (criopedología) y para la región (antártica). Son los de Cailleux y Taylor (1954) y del «Navaer» (1952), respectivamente.

El primero revisa más de 1500 citas especializadas, de las cuales se destacan por su significación en la materia las de Anderson, Atterberg, Beskow, Bryan, Cailleux, Casagrande, Edelman, Meinardus, Müller, Romanovsky, Sigafos y Troll, cuya monografía (1944), así como la de Beskow (1947), son fundamentales.

El segundo es un catálogo temático de unos 5.500 títulos antárticos, de los cuales se destacan para nuestro trabajo los de las Secciones 10 (*Geología*), 13 (*Glaciología*) y otras vecinas. Particular interés tiene la cita de Piper y Rountree, quienes en 1938 habrían estudiado los suelos de las islas subantárticas de los cuadrantes sudafricano, australiano y neocelandés de la Antártida, inclusive su contenido microbiológico. Referencias del mismo tipo hay en el Capítulo IV (*Soils and landforms*) de la conocida geografía polar de Nordenskjöld y Mecking (1947). Como trabajo no citado por los anteriores, debe agregarse el de Jensen (1916) sobre los suelos de la *South Victoria Land* (Expedición Shackleton 1907-1909).

En cuanto a la bibliografía argentina, la misma está reseñada por Cailleux y Taylor (1954) y por Corte (1953 y 1955), siendo de extrañar que los trabajos de nuestro compatriota no sean citados por los tan bien informados autores franceses. A pesar de tales reseñas conviene recordar que fué en nuestras Islas Malvinas donde Pernetty en 1770 registra las primeras observaciones criopedológicas, las cuales, recogidas e interpretadas por Anderson en 1906, dan origen al término «soliflucción» para expresar los deslizamientos de suelos, que con el de «crioturbación», debido al edafólogo Edelman en 1938, denominan los dos procesos esenciales. Posteriormente, Catalano en 1927 (Atacama), Davison en 1889 (Malvinas), Gussfeldt en 1888

(Andes), Joyce en 1950 (Malvinas), Kinzl et al. en 1941 (Andes), Kühn en 1913 (San Juan), Martensen en 1930 (Andes), Stechele en 1906 (Malvinas) y Troll en 1932 (Andes tropicales), realizan observaciones aisladas, hasta que Corte en sus trabajos ya citados las sistematiza (Mendoza, Salta, Tierra del Fuego y Antártida Argentina).

No obstante la profusa bibliografía directa e indirectamente citada, ningún trabajo de los revisados se asemeja al nuestro, salvo el de Meinardus (1930) sobre los suelos del Artico, donde el autor alemán, recientemente desaparecido, pasa revista a las condiciones climáticas, físicas, químicas y biológicas (vegetación) de formación de tales suelos, concluyendo con sus formas eólicas («criokonita») y estructurales. Además, en Caillieux y Taylor (1954: 121-126) se encuentran tratados los métodos de investigación del «molisol» (capa activa, que se congela y descongela alternativamente) basados en la granulometría (Casagrande y Dücker, Beskow, Rückli) y en la permeabilidad y capilaridad (Peltier); a los primeros Corte (1953 b) agrega a Ahlmann.

Preparado este ensayo llega a nuestras manos el «Sipre Report 8» (1952) donde se informa acerca de las investigaciones realizadas por las fuerzas navales estadounidenses en materia de descripción morfológica, clasificación tecnológica y valoración de la resistencia de los suelos congelados. Copiosamente ilustrado y perfectamente elaborado, este informe constituye el más acabado esfuerzo experimental realizado hasta hoy sobre las aplicaciones tecnológicas de la criodafología; sin embargo, para nosotros alcanza más valor como modelo de trabajos futuros el *Apéndice*, donde se dan los métodos para describir y clasificar suelos congelados.

Por último, corresponde citar como fuente permanente de información especializada los periódicos *The Polar Record* (británico) y *Polarforschung* (germano).

III. MÉTODO DE TRABAJO

Tanto en el trabajo de campaña como en el de laboratorio, el tratamiento de las muestras se hizo con criterio edafológico, esto es, el que se sigue con fines de conocer la fertilidad potencial de las tierras agrícolas.

En el muestreo, por razones obvias, se consideró no sólo la estratificación de los horizontes en sentido vertical, sino la disposición

de las partículas en sentido horizontal, aspecto éste que hace a la esencia de los procesos edafológicos.

Las muestras se pasaron por tamiz de malla de 2 mm, quedando separadas, así, las dos fracciones: Tierra fina y tierra gruesa. El análisis físico-mecánico (granulometría y determinaciones complementarias) se hizo conforme el método internacional « A », más conocido con los nombres de Robinson o de « la pipeta ». El análisis químico mineral se practicó siguiendo otro método internacional, el de van Bemmelen-Hissink o del « extracto clorhídrico ». Información con detalles sobre los mismos, se encontrará en los libros de edafología, como el de Russell, por ejemplo.

Las determinaciones de reacción (pH) se hicieron potenciométricamente (relación suelo : agua destilada, 1 : 2,5). La capacidad hídrica o humedad equivalente se determinó conforme el método de Bouyoucos, que utiliza una bomba de succión al vacío a 1 Torr. Los datos granulométricos se dispusieron según los diagramas de curvas acumulativas de que informan González Bonorino y Teruggi (1952 : fig. 1 y p. 65).

IV. EL MEDIO CLIMÁTICO Y BIÓTICO DE LA ANTÁRTIDA ARGENTINA

Partiendo de la premisa fundamental de que el suelo es el resultado de la alteración de la roca madre o material originario, bajo la influencia del clima y el concurso de la vegetación, nos parece oportuno reseñar, aunque sea brevemente, estos dos últimos factores, ya que el primero se encuentra tratado con amplitud en los clásicos trabajos de Anderson en 1906 y Høltedahl en 1929, aparte de Riggi en 1950 y Sgrossso en 1948, entre muchos otros, a los que habrá que agregar a Cordini (1954, inédito) y Olsacher (1954, inédito). Por otra parte, en el próximo capítulo se hará una reseña petrológica de los ambientes donde fueron coleccionadas las muestras.

Sin perjuicio de lo que resulte de la interpretación de nuestros datos, digamos desde ya que los « suelos » de las regiones polares, o bien los de alta montaña, donde el frío, el viento, la nieve y el hielo, son los agentes característicos, deben su formación a procesos físico-mecánicos. Los factores bióticos y la alteración química tienen una intervención muy restringida en la litolisis, de ahí que sean, genéticamente considerados, los menos evolucionados, aunque en materia de « velocidad » de formación sea ésta la más rápida. Dichos procesos físico-mecánicos son debido a los efectos de la congelación y descon-

gelación de las rocas (fragmentación) y a disposiciones especiales (estructuras de crioturbación) de los detritos y sedimentos existentes.

Trataremos, pues, las condiciones meteóricas dominantes en los lugares de nuestro trabajo y daremos algunas informaciones respecto de la vegetación que allí se encuentra.

A. *Estadísticas climatológicas.* — Se presentan los datos promedios contenidos en el cuadro I. Las series de la *Isla Decepción* comprenden los años 1948, 1949, 1950 y 1951, y corresponden a la estación anexa al Destacamento Naval sito en la Bahía 1° de Mayo. Es de hacer notar, por lo tanto, que dicha estación está en el interior del anillo que forma la isla volcánica de referencia, casi al nivel del mar (8 m) y encerrada en el «anfiteatro» bien protegido de tal bahía. Representa, entonces, el clima del interior del antiguo cráter que es tectónicamente la actual Isla Decepción. Observaciones tridiurnas.

Las series del *Archipiélago de Melchior* que, como las anteriores, tienen su origen en el *Servicio de Meteorología Marítima*, comprenden un lapso mayor: 5 años (1947-1951). El Observatorio está instalado en la punta e isla homónimas, en lugar poco reparado y casi al borde del mar (8 m); es representativo, pues, de la Bahía Dallmann en cuyo centro está el archipiélago. Los valores de *precipitación* de ambas series, computan tanto la forma de «nieve» como la de «lluvia».

Comentando los valores que dieron origen a nuestro cuadro-resumen, en especial para Melchior, puede decirse que el verano es suave con temperatura media elevada para la región y vientos moderados a suaves, con numerosos días diáfanos, sin nubes. Marzo es el mes con más precipitación nival y el fin del otoño cuando hay más sol. Agosto es el mes más frío, con vientos fuertes al S-SW. El principal enemigo de la vida vegetal, animal y humana en la Antártida no es, como generalmente se cree, la temperatura, sino la combinación de vientos fuertes, precipitaciones nivales y humedad relativa elevada. El valor de los datos de vientos es, por las razones expuestas, sólo relativo.

Mayores y mejores observaciones e informaciones meteorológicas, se encontrarán en la copiosa literatura a que dieron origen las expediciones extranjeras y argentinas (Bodman, Mossman, Jalu, etc.). El *Servicio Meteorológico Nacional* argentino publicó en 1951 los datos correspondientes a las Islas Orcadas del Sur (1903-1950), cuyo observatorio, instalado por la expedición escocesa del Dr. Bruce, cuyo meteorólogo era el segundo de los recién nombrados, cumpliera ha

CUADRO I

Elementos climáticos correspondientes a los observatorios de la Isla Decepción (D)
y Archipiélago de Melchior (M). Valores promedios

Elemento	Temperatura, °C						Precipitación, mm		Humedad relativa, %		Presión mm		Viento				Nubosidad (1 a 8)		Niebla días	
Período	Media		Media máx.		Media mín.								6 Beaufort %		Dirección prevalente					
Observatorio	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M
Enero	0,4	1,4	1,4	3,1	- 1,5	- 1,0	6	97	83	79	744	741	20	1	NE	N	8,0	7,1	7	8
Febrero	-0,1	1,0	1,0	2,8	- 2,4	- 1,2	26	70	83	81	743	740	33	2	SW	N	7,3	6,7	14	1
Marzo	-0,5	-0,1	0,5	1,6	- 2,6	- 1,7	26	118	89	81	744	745	30	6	SW	N	8,0	7,0	11	13
Abril	-1,8	-1,6	-0,8	0,7	- 4,2	- 3,5	26	115	91	81	741	739	45	11	SW	N	7,7	6,6	9	6
Mayo	-4,0	-4,1	-2,7	-0,8	- 5,0	- 6,0	14	47	91	85	748	745	25	7	SW	SW	7,4	5,4	3	7
Junio	-6,5	-6,0	-4,5	-4,3	- 8,7	- 8,0	31	69	92	86	742	742	32	10	E	SE	7,4	6,4	8	8
Julio	-8,8	-8,2	-6,5	-6,2	-11,6	-11,2	33	104	92	89	742	742	34	10	SW	N	7,2	6,8	11	10
Agosto	-8,4	-9,1	-5,5	-6,8	-12,8	-12,6	26	96	89	87	744	742	20	8	SW	SW	7,0	6,3	10	12
Septiembre	-5,8	-6,4	-3,0	-3,6	- 9,0	- 9,6	39	92	89	86	745	743	30	15	SW	N	7,3	6,2	0	8
Octubre	-2,2	-2,9	-0,6	-0,5	- 4,6	- 6,0	50	99	88	86	743	742	27	11	SW	N	7,7	7,1	17	12
Noviembre	-1,7	-1,2	-0,1	1,2	- 3,6	- 3,6	27	88	88	83	742	742	18	9	E	SW	7,6	6,4	8	8
Diciembre	-0,2	0,9	-0,8	3,2	- 2,2	- 1,1	8	44	86	82	743	743	16	1	NE	SE	8,0	7,1	2	7
Año	-3,3	-3,0	-1,7	0,8	- 5,7	- 5,4	312	1039	88	84	744	742	27	7	SW	N	7,6	6,6	100	100

poco (1954), 50 años de registros ininterrumpidos bajo mandato argentino. Es de desear que en la rutina de los destacamentos navales se incluyan las medidas geotérmicas, fundamento de la criopedología. En el capítulo VII se traerán a colación nuevas consideraciones de orden climático.

B. *La vida vegetal*.—En nuestro informe inédito (Molfino y Spegazzini, 1953) detallamos todas las formas y ambientes de vegetación encontradas durante las exploraciones de las cuatro estaciones ya enumeradas. De ellas interesan las que se hallan en los lugares donde hay «suelos», objeto de nuestra recolección y de nuestro estudio aquí. Quedan excluidas, pues, las policromas comunidades de algas, propias del ambiente marino y del aparato costero, salvo el alga verde de las roquerías de pingüinos (*Prasiola crispa*), y la variadísima población de líquenes crustáceos, foliosos y fruticulosos, algunos de los más vivos colores, que en verano tapizan las paredes y superficies rocosas y pedregosas, sobre todo las de exposición (norte) y situación (deshielo) favorables. Hace excepción el líquen fruticuloso *Neuropogon* (*Usnea*) *melaxanthum* encontrado adherido a las rocas dacíticas de la periferia de las estructuras de crioturbación en la Isla Media Luna. Tampoco podemos dejar de reconocer cierta influencia en la formación de materiales detríticos a otros líquenes foliáceos, como el bello *Gyrophora*, fruticulosos, como los representantes de numerosos géneros y familias imposibles de citar aquí, y crustáceos (*Placodium*), ya que no se debe olvidar que constituyen la vegetación fisurícola por excelencia: el «proteretum», al decir de Del Villar.

Quedan, entonces, las comunidades de Briófitas (Musgos) y de Fanerógamas (Gramíneas y Cariofiláceas), como las más interesantes desde el punto de vista edafológico. Las primeras pueden agruparse en tres formas o hábito de crecimiento: a) La integrada por especies de *Pogonatum* (*P. alpinum*) o *Polytrichum*, que forma «alfombras» de no mucho desarrollo superficial; b) La integrada por especies de *Brachythecium* (*B. antarcticum*) e *Hypnum* formando «escalones» en laderas de montañas; y c) La de los géneros *Andreaea* y *Grimmia* en los intersticios de las estructuras crioturbadas. Las Gramíneas (dos especies muy parecidas de *Deschampsia* o *Aira antarctica* de los antiguos autores) y la Cariofilácea (*Colobanthus crassifolius* var. *antarcticus*), tienen mucha menos significación, pues se las encuentra con cierta dificultad.

Por cierto que todos estos componentes edafógenos se encuentran en lugares bien reparados, húmedos, asoleados (exposición al norte) y con sedimentos o detritos minerales y orgánicos «abonados» por deyecciones de aves costaneras: pingüinos, «skúa» (*Catharacta skua antarctica*), «cormorán» (*Phalacrocorax*), «gaviotín» (*Sterna hirundinacea*), «palomita antártica» (*Chionis alba*), etc. Sobre el litoral, suele haber espesas acumulaciones de valvas de «lapas» (*Nacella polaris*) que sirvieron de alimento a las anteriores.

Tal es la vegetación que hizo decir a muchos autores — Skottsberg (1950) entre ellos — la existencia de una «tundra» antártica, criterio que desde ya no compartimos, por excesivo en su calificación fitoedafológica. Más acertada nos parece la opinión de Pérez-Moreau y Sgrosso (1949), aunque estos autores no discuten explícitamente el concepto de «tundra», sino el de Raunkiaer que asimila los fitoclimas ártico y antártico, lo que es inadmisibile para quien conozca la vegetación de esta última parte del globo. Mientras volvemos sobre este tema luego de tratar los suelos, recomendamos al lector la consulta, entre toda la profusa producción botánica de las expediciones tradicionales, de los dos trabajos precitados.

A las comunidades de *frigorideserta* reseñadas, deben agregarse las de *crioplancton* que colorean vivamente las nieves.

V. MORFOGRAFÍA DE LOS MATERIALES Y MUESTRAS

Nos parece oportuno antes de entrar en el estudio analítico de las muestras colectadas, hacer una descripción sumaria de las características geológico-petrológicas de los materiales que las forman o que las han engendrado, situación que es válida para las tres estaciones exploradas con cierto detalle.

A. *El paisaje, geológica y petrológicamente considerado.*—Decepción es, como se dijo, una isla volcánica posterior a la última glaciación. Su aparato costanero, sobre el cual se trabajó y en el cual, como se verá, existen *suelos estructurales*, tiene forma de cono, ocupando una posición central (Puerto Foster) y rodeado de una zona plana compuesta por trozos grandes de basalto, andesita, lapilli, cenizas vítreas y bombas volcánicas. En esta parte plana es común encontrar (Bahía 1° de Mayo, Caleta Balleneros) masas de agua dulce que se presentan como lagunas («maars») y a las que Cordini (1954, inédito) da el

nombre de « bocas parásitas », lo que no es compartido por Olsacher (1954, inédito), tratadista como aquél de la isla, cuya parte emergida, luego de la invasión del cráter por las aguas del mar, tiene una superficie de 127 km², con una altura media de 224 m s. n. m. y una máxima de 576 m (Monte Pond).

Las rocas que dan fisonomía característica al paisaje — el más bello de los vistos desnudos de hielo, sobre todo en su entrada (Fuelles y Ventana de Neptuno) — pueden agruparse de la siguiente manera:

- a) *Basaltos*: Forman el 1/3 de la superficie emergida;
- b) *Basaltos del tipo « Brickstone » de los « Derroteros »*: Coloreados de rojo por el Fe oxidado al máximo, livianos, porosos, parecidos a la piedra pómez;
- c) *Lapilli basálticos*: Transportados hacia la costa por el hielo y el agua de deshielo en verano, formando horizontes coluviales en los derrumbaderos;
- d) *Tobas de lapilli*: De color amarillo-claro, amarillo-oscuro y pardas, según estén mucho, poco o nada induradas, respectivamente.

Los materiales más o menos finos que hemos coleccionado son, pues, resultantes de la meteorización de las rocas que anteceden, tobas sobre todo, con el agregado de lapilli. Las formas resultantes no son suelos en el sentido estricto de la palabra, sino « suelos » completamente esqueléticos y superficiales, donde no se puede individualizar serie ni perfil genético alguno. Tampoco puede denominarse « tundra » a las comunidades de escasa superficie de *Pogonatum alpinum* que crecen entre las barras de lapilli que rodean las « lagunas » atrás del Destacamento Naval. En suma, son materiales piroclásticos no indurados (lapilli, tobas volcánicas pulverulentas, etc.), color pardo oscuro, que se disponen alrededor de las lagunas interiores (tipo « maar ») de aguas dulces. En cuanto a la playa del aparato costanero, está constituida por lapilli más arena basáltica, con total ausencia de conchilla. La franja entre el primer berma o terraza y el mar es más firme al pisoteo que la otra de atrás por haberse seleccionado los materiales según su finura en su arrastre hacia el fondo marino. El espaldón tiene su mezcla de lapilli con arena basáltica, como se dijo, más una fracción fina y cementada de ceniza volcánica.

Estas consideraciones son, en general, válidas para la Isla Media Luna, integrante también del arco estructural de las Antillas australes (Archipiélago de las Shetlands del Sur) si recordamos la teoría de Arctowski, e isla volcánica como la anterior. En esta isla pequeña y de forma bicóncava, situada entre las grandes islas de Greenwich y Livingstone, formando con esta última la abrigada Bahía Luna, se destacan las rocas andesíticas y dacíticas ricas en azufre en sus dos cerros por nosotros bautizados «Líquen» y «Skúa», por la abundancia de dichos seres vivos, cerros con una altura no mayor de 100 metros; superficie aproximada de la isla: 84 ha. Las playas tienen un fondo de roca y están revestidas de rodados de los más diversos tamaños o sus fragmentos.

El paisaje emergido del Archipiélago de Melchior, en el centro de la Bahía Dallmann, entre las grandes islas de Brabante y Amberes, frente a la Tierra de Graham, participa más de la constitución geológica de ésta que de las Shetlands. Sus islotes bajos, con una calota de hielo que recuerda caparazones de tortugas, descubren en verano sus costas con rocas aborregadas, marcadas por el glaciario. Sus rocas son intrusivas viejas, en contraposición a las de Decepción y Luna que lo son jóvenes, y petrográficamente homogéneas están compuestas por:

- a) *Diorita*, integrada por plagioclasa (andesina), hornblenda, cuarzo y biotita;
- b) *Filón andesítico en diorita*, con pirita y calcopirita;
- c) *Tonalita*, integrada por cuarzo, plagioclasa y hornblenda.

En Melchior no se observaron suelos estructurales (estructuras de crioturbación, suelos estriados y círculos de piedras) típicos de las islas volcánicas anteriores, como tampoco pretendidas «tundras» de musgos, sino materiales orgánicos finos deslizados entre los intersticios de las paredes rocosas que caen a pique en el mar y donde con exposición favorable desarrollan las Gramíneas y la Cariofilácea apuntadas, aparte de los consabidos líquenes, crustáceos sobre todo. En Cordini (1954, inédito) se encontrarán magníficas ilustraciones acerca de lo dicho.

B. Los perfiles observados y las muestras tomadas.

a) *Isla Decepción* : 62°59' S y 60°43' W.

Fecha : 19 y 20 de diciembre de 1952.

Muestra N° 1 : Superficial. Material volcánico muy afinado por meteorización y modificado por acarreo fluvio-glacial (hielo y fusión del hielo). Obtenido en la costa (espaldón) de la isla (fot. 1).

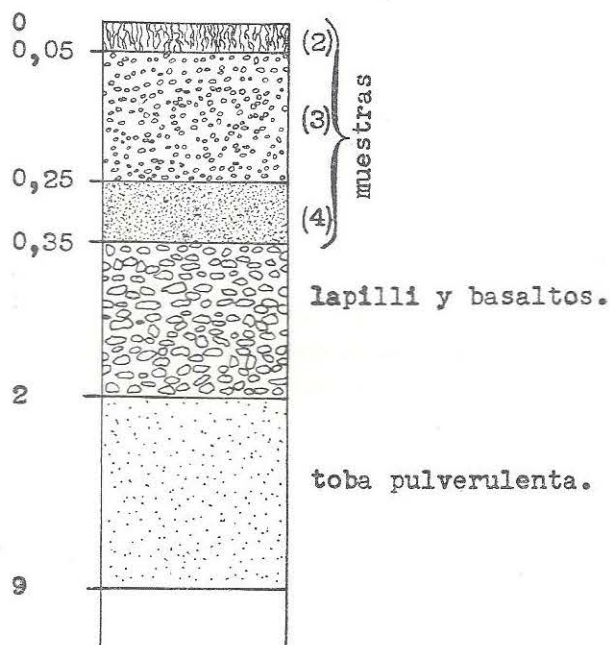


Fig. 1. — Perfil vertical II (*Isla Decepción*) (muy esquemático)

Muestras N°s 2, 3 y 4 : Perfil vertical II, en la parte exterior de la «laguna» situada atrás del Destacamento Naval, en una supuesta «tundra» de musgos (*Pogonatum alpinum*) (fot. 2, fig. 1):

- 2) De 0 a 5 cm. Estrato muscinal.
- 3) De 5 a 25 cm. Sedimentos sin cohesión, con elementos gruesos totalmente no indurados. Color negro en húmedo.
- 4) De 25 a 35 cm. Como la anterior, pero compacta y de color gris.

En profundidad hasta 2 m siguen los lapilli y los fragmentos basálticos, y luego hasta 9 m la toba pulverulenta.

Muestra N° 6: Superficial. Limo compactado por materia orgánica (deyecciones de aves, producto final de la meteorización de materiales volcánicos). En las muestras de fondo volveremos a encontrar este material, procedente, en este caso, del «Cerro de la Pingüinera». *Cantidad de muestra muy escasa como para ser analizada (9/2-53).*

b) Isla Media Luna: 62°37' S y 59°57' W.

Fecha: 28 de diciembre de 1952.

Muestra N° 5: Superficial (20 cm de espesor). Hay un estrato muscinal, rico en raicillas de musgos. Abonado por deyecciones de aves. Material fino, concentrado entre grietas de las rocas andesíticas y dacíticas fragmentadas por el congelamiento-descongelamiento. Color pardo oscuro en húmedo. Ladera del «Cerro Liquen» atrás del Destacamento Naval, en «escalones» de musgos (*Brachythecium antarcticum*) y en medio de una lujuriosa colonia de líquenes foliáceos y fruticulosos (*Neuropogon*, *Gyrophora*, *Cladonia*, *Lecanora*, etc.). Ambiente rocoso muy azufrado. Exposición al N (fot. 3).

Fecha: 11 de febrero de 1953.

Muestras N°s 7, 8 y 9: Perfil horizontal IV, es una estructura de crioturbación en la meseta del «Cerro Skúa», en el extremo de la isla frente al otro cerro y al Destacamento Naval. El muestreo se hizo con el Dr. Corte a quien se remitió parte de las muestras y en cuyo informe (1953, no visto) es presumible encontrar datos analíticos e interpretativos. De acuerdo con la nomenclatura criopedológica sería un «círculo piedras» dispuestas centrifugamente según su diámetro. En el centro el material más fino está comprimido lateralmente en forma convexa, tapizada de musgos de los géneros *Andreaea* y *Grimmia*; las piedras externas portan líquenes (*Neuropogon melaxanthum*). Los musgos centrales están alterados (crioturbados?) en forma que recuerdan procesos mentados por Corte (1955) en la Alta Cordillera para gramíneas del género *Poa*. El diámetro de la estructura es de 110 cm, con una profundidad de 30 cm (fot. 4, fig. 2):

- 7) Material externo, superficial.
- 8) Material central, superficial; predomina el limo con partículas mayores.
- 9) Material externo, pero 10 cm hacia el centro; subdividida en dos submuestras: a) la fracción pétrea (dacitas de unos 10 cm de diámetro) y b) la fracción detrítica vegetal, muy escasa.

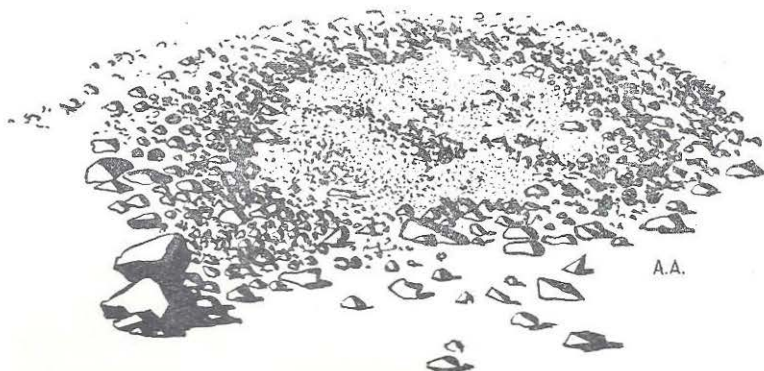


Fig. 2 a. — Perfil horizontal IV (Isla Media Luna). (Dib. de Alberto Aznar, según fot. n° 4)

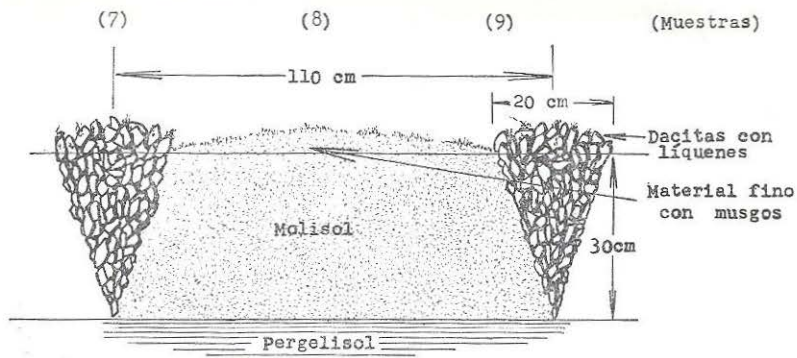


Fig. 2 b. — Perfil horizontal IV (Isla Media Luna) (corte vertical muy esquemático)

c) Archipiélago de Melchior: Isla Piedrabuena: 64°18' S y 62° 59 W.

Fecha: 1° de marzo de 1953.

Muestra N° 10: Material fino intersticial, entre grietas y

fisuras de la pared rocosa sobre el canal Murature, en su desembocadura a Puerto Andersen. Detritos orgánicos donde con exposición al N crecen las Gramíneas y la Cariofilácea antárticas. Las «matitas» de *Deschampsia* tienen un diámetro de 5 a 10 cm, con un alto de una pulgada y unas raíces de un largo varias veces mayor que la altura aérea. Las colonias de *Colobanthus* tienen una forma globosa, siendo inferiores a la mitad de una pelota de golf. Ambas son escasas y trabajosas para hallar (fot. 5).

d) *Caleta Potter (Isla Rey Jorge V)*: 62°15' S y 58°40' W (fot. 6).

Fecha: febrero de 1953, coleccionada por el doctor H. H. Camacho.

Muestra N° 12: Superficial, sobre el segundo berma costero. Es sustrato de la *Deschampsia* y de los musgos y líquenes de la caleta. La isla de referencia integra las Shetlands del Sur, cuyas características geológicas comparte: plegamientos con eruptivas andinas.

VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

A. *Análisis de las muestras descritas en el Capítulo V.* — En el cuadro II se han resumido los resultados de los análisis practicados sobre las muestras N° 1 a 12 de origen. La muestra N° 6 (Isla Decepción) no figura porque su escasa cantidad no permitió el análisis. La muestra N° 11 se tomó en Ushuaia (Provincia Patagónica) con el objeto de comparar sus resultados con el de las otras, teniendo en cuenta que dicha población — la más austral del mundo — es el último lugar, visto por nosotros, con verdaderos suelos. Las Islas Georgias del Sur, que por su posición subantártica todavía, tienen mejores condiciones de clima y vegetación para formar buenos suelos, no están en el derrotero de la Fuerza de Tareas Antártica. La teoría de los Antartandes también viene en apoyo de nuestro proceder.

Los resultados de la tamización nos indican que los materiales antárticos contienen más «tierra fina» (diámetro de sus partículas menor de 2 mm) de lo que generalmente se cree. Obsérvense sino los datos del perfil II (Decepción), cuya riqueza en materiales finos crece con la profundidad, y los del perfil IV (Media Luna) de crioturbación, donde se corresponden los resultados de la periferia y del centro con

CUADRO II

Resultados analíticos expresados en por ciento de tierra fina y seca a 100-105°C. Los elementos químicos (d) en sus óxidos

Lugar		Isla Decepción				Isla Media Luna				Melchior	Potter	Ushuaia
Perfil	vertical	I	II			III	—			V	VI	VII
	horizontal	—	—			—	IV			—	—	—
Número	de origen	1	2	3	4	5	7	8	9b	10	12	11
	de laboratorio	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	6
Profundidad en cm		Sup.	0-5	5-25	25-35	0-20	Sup.	Sup.	Sup.	Sup.	Sup.	0-30
<i>Determinaciones físicas y físico-químicas:</i>												
<i>a) Análisis físico-mecánico:</i>												
Arena gruesa.....		56,738	62,534	49,366	31,418	30,020	27,179	34,066	25,988	45,087	67,227	21,351
Arena fina.....		27,959	21,404	41,315	44,408	32,641	28,425	30,331	26,234	27,587	13,105	5,261
Arena total.....		84,697	83,938	90,681	75,826	62,661	55,604	64,397	52,222	72,674	80,332	26,612
Limo.....		6,550	1,550	4,625	15,800	12,600	12,852	15,151	6,540	13,125	1,980	20,972
Arcilla.....		2,100	0,250	2,575	4,000	4,515	1,836	1,744	0,626	8,820	1,515	7,222
Materia orgánica.....		0,440	9,083	1,120	1,914	17,415	10,975	10,956	28,453	8,213	7,154	36,212
Calcáreo.....		0,192	vest.	0,216	0,294	0,032	0,020	0,029	0,022	0,235	0,316	0,414
Sesquióxidos solubles.....		8,430	13,530	9,520	13,160	3,620	6,095	4,828	4,359	3,051	2,075	5,091
<i>b) Humedad higroscópica.....</i>		0,276	1,909	0,654	1,189	5,179	7,672	8,929	8,383	5,445	1,886	7,275
Humedad equivalente.....		9,385	31,921	7,653	16,619	45,000	34,039	33,141	57,057	13,631	12,062	53,246
<i>c) Reacción (pH) actual.....</i>		8,5	6,1	7,3	7,9	5,5	5,2	5,4	5,3	7,9	6,1	7,5
Reacción (pH) potencial.....		7,4	5,0	6,1	6,1	4,3	4,2	4,1	4,4	6,1	4,8	6,9
Acidez de cambio.....		1,1	1,1	1,2	1,8	1,2	1,0	1,3	0,9	1,8	1,3	0,4
<i>Determinaciones químicas:</i>												
<i>d) Extracto clorhídrico:</i>												
Hierro y aluminio.....		9,450	9,390	8,420	11,220	7,664	15,627	18,246	8,470	12,873	9,918	12,144
Fósforo.....		0,027	0,057	0,058	0,059	0,085	0,100	0,106	0,053	0,115	0,084	0,058
Calcio.....		2,122	1,623	1,502	1,709	0,422	0,199	0,051	0,307	0,942	1,810	24,440
Magnesio.....		1,425	1,913	1,709	1,369	0,315	0,257	0,159	0,609	1,633	1,528	0,803
Potasio.....		0,212	0,214	0,147	0,232	0,166	0,181	0,198	0,105	0,731	0,218	0,240
Sodio.....		1,263	1,113	1,278	0,935	0,379	0,445	0,427	0,458	0,160	0,645	0,338
Residuo insoluble.....		86,781	83,685	88,267	85,006	90,342	72,878	68,915	66,303	78,998	78,662	66,693
<i>e) Nitrógeno total.....</i>		0,070	0,168	0,070	0,084	0,644	0,490	0,364	0,630	0,154	0,203	0,756
Tamiz	Por ciento de tierra fina	72	64	89	97	97	39	81	80	71	98	57
2 mm	Por ciento de tierra gruesa	28	36	11	3	3	61	19	20	29	2	43

la morfología estructural descripta; haciendo notar que la muestra 9 b es la fracción fina (b) separada del conjunto de la muestra 9, cuya parte (a) se tratará más adelante (rocas dacíticas). Es notable la muestra de Potter (12), la cual prácticamente no tiene gravas: su aspecto es el de un suelo común (fot. 6).

El análisis **granulométrico** se comentará en oportunidad de hacerlo con las **curvas acumulativas**, del cual son expresión.

La **materia orgánica** está presente por lo general en grandes cantidades, **coincidentemente con la incorporación de detritos vegetales y deyecciones animales**. La muestra de Ushuaia (11) presenta tan **extraordinario contenido orgánico (36 %)** posiblemente en consonancia con los **residuos carbonizados de incendios de bosques**, que tenía el **horizonte superficial del perfil natural (fot. 7)** del cual fué tomada. La **materia orgánica de origen animal (deyecciones)** es por su fuerte reacción ácida, uno de los mayores inconvenientes para el desarrollo estival de **vegetación vascular** en los espacios ocupados por las **pingüíneas**; el pisoteo hace el resto. La posibilidad remota de explotar el guano de **pingüínes**, queda definitivamente eliminada por el lavado a que es sometido por la lluvia y la nieve. Como es lógico, el **nitrógeno** participa de las mismas consideraciones.

El **calcáreo** (evaluado en el tratamiento previo de la muestra al análisis mecánico) es insignificante en casi todas las muestras, lo que es esencial para considerar una eventual **cementación** de los materiales. Los **sesquióxidos solubilizados** en el mismo medio, son altos en las muestras de **Decepción (perfiles I y II)**, de acuerdo con la antigüedad de las rocas originarias.

La **humedad higroscópica** y correspondientemente, la equivalente o **capacidad hídrica**, es baja en las muestras minerales y alta en las orgánicas. Sus valores más altos corresponden, en términos texturales, a los de **suelos arcillosos (muestras de Media Luna)**.

La **reacción (pH)** es función de la **materia orgánica (perfiles II, III y IV)**. La **acidez de intercambio (insaturación)** se considera como dato poco valioso por la baja cantidad de **complejo coloidal zeolítico** que se encuentra en las muestras.

El dato más interesante del extracto **clorhídrico** lo constituye, a nuestro entender, el **residuo insoluble** que corrobora químicamente la mayor antigüedad geológica asignada a las rocas de **Melchior y Potter** con respecto a las de **Decepción y Media Luna**. Las rocas de **Decepción** son **eruptivas**, producto de un fenómeno **vulcánico post-pleistoceno**, mientras que las de **Melchior** son **intrusivas** y más anti-

guas. Se destacan en la fracción soluble, los sesquióxidos de hierro y aluminio (evaluados conjuntamente) y el calcio, causante probable de la alcalinidad de algunas muestras (1,4 y 10). La muestra de Ushuaia (11) presenta tan gran contenido cálcico (24 %) por la incorporación al horizonte superficial de restos de huesos y valvas de mariscos dejados por los indios canoeros del archipiélago fueguino, los yaganes, que se alimentaban de « cholgas » (*Aulacommia*) y de « mejillones » (*Mytilus*). No hay duda que nuestros análisis se resienten por la falta de evaluación del manganeso y titanio; en cuanto a la sílice soluble, la misma es baja. No se valuó sílice soluble en hidróxido de potasio, lo que impide establecer las correspondientes relaciones moleculares, lo cual no es imprescindible, por cuanto no hay un perfil de diagénesis.

Al solo efecto comparativo se transcribe el resultado de una extracción clorhídrica, cedido por el Dr. Cordini y correspondiente a una muestra superficial del Destacamento Naval Decepción (lapilli y fragmentos basálticos, como nuestro perfil II):

Residuo insoluble	89,23	g %
Sílice	0,12	»
Oxido férrico	2,47	»
Oxido aluminico	2,74	»
Oxido de titano	0,56	»
Pentóxido de fósforo	0,08	»
Oxido de manganeso	vestigios	
Oxido de calcio	1,57	»
Oxido de magnesio	1,64	»
Oxido de sodio	0,61	»
Oxido de potasio	0,23	»
Trióxido de azufre	0,12	»

Recordando (Jensen, 1916) que las muestras de la Tierra Victoria del Sur habían resultado alcalinas, por acumulación de sales, carbonatos y zeolitas, se consideró interesante complementar los análisis del extracto clorhídrico con los del extracto acuoso (cuadro III). Todas las muestras aquí analizadas evidencian hallarse prácticamente libres de sulfatos y carbonatos solubles en agua fría (relación 1: 4, extracción por bujía porosa con succión al vacío, tiempo de contacto 24 h), al menos en proporciones dosables. Los cloruros están ausentes en las muestras de Decepción, lo que descontábamos por la intensa lixiviación de los materiales originarios en la época de recolección, y presentes en cantidades entre bajas y medianas en

las muestras de Media Luna y Melchior donde tal fenómeno no es tan fuerte; lógicamente la muestra de Ushuaia es la relativamente más clorurada. El residuo seco a 105° está evidentemente influenciado por la materia orgánica en disolución, la que también imprime su característica, como se dijo, a los valores de pH del suelo.

CUADRO III

Análisis del extracto acuoso de las muestras enumeradas en el cuadro II. Resultados expresados en gramos por mil de tierra fina y seca. Los aniones en sus ácidos.

Número de origen	Residuo seco 105°	Cloruros	Sulfatos	Carbonatos
1.....	0,347	0	vestigios	0
2.....	1,411	0	»	0
3.....	0,080	0	»	0
4.....	1,160	0	»	0
5.....	0,640	0	»	0
7.....	0,960	0	»	0
8.....	1,092	0,248	»	0
9b.....	1,786	0,568	»	0
10.....	0,560	0,248	»	0
12.....	0,533	0	»	0
11.....	1,160	0,852	»	0

B) *Otras muestras.* — Con fecha 30 de marzo de 1953, en oportunidad de hacer una última exploración en la Isla Decepción, tomamos conjuntamente con el Dr. Olsacher una serie de muestras de materiales más o menos finos del aparato costero. Su enumeración se hace respetando la redacción de las etiquetas originales, hecha por el eminente monógrafo de la geología de la Isla, que nos autorizó a usar los respectivos análisis:

a) Bahía 1° de Mayo, Destacamento Naval Decepción:

Muestra 1 O.: Morena (denominación de las barras de lapilli que no coincide con el criterio expuesto anteriormente en este mismo trabajo).

Muestra 2 O.: Depósitos fluvioglaciales.

Muestra 3 O.: Sedimentos fluvioglaciales.

b) Bahía del « Telephone » :

Muestra 4 O. : Depósitos níveoglaciales, 130 m al interior desde la costa.

c) Cãleta Péndulo :

Muestra 5 O. : Depósitos níveo-fluvioglaciales, 60 m al interior desde la costa, a 30 m del Refugio argentino.

El examen mineralógico de dichas muestras las identificó con una roca de naturaleza balsática finamente dividida, con los siguientes constituyentes: Basalto vitrofírico, pasta vítrea teñida con óxidos de hierro y en ella cristales de feldespatos; granos de feldespatos, piroxenos, anfíboles, magnetita, etc.

CUADRO IV

Ensayo de tamización en seco y otras determinaciones en muestras de Decepción (Olsacher). Datos porcentuales

Abertura Tamiz mm	Ubicación	Bahía 1ª de Mayo			Teléfono	Péndulo
	Muestra	1 O.	2 O.	3 O.	4 O.	5 O.
	Tamiz					
6,68	3	4	2	2	5	4
4,70	4	4	1	4	7	7
2,36	8	15	3	21	26	30
1,65	10	4	2	6	5	7
0,83	18	15	18	21	14	20
0,58	30	9	32	17	11	13
0,2	65	31	34	13	9	14
Fracción mayor de 0,2 mm.....		81	92	84	76	94
Fracción menor de 0,2 mm.....		19	8	16	24	6
Total.....		100	100	100	100	100
Humedad equivalente		8	4	4	8	8
Calcáreo		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.

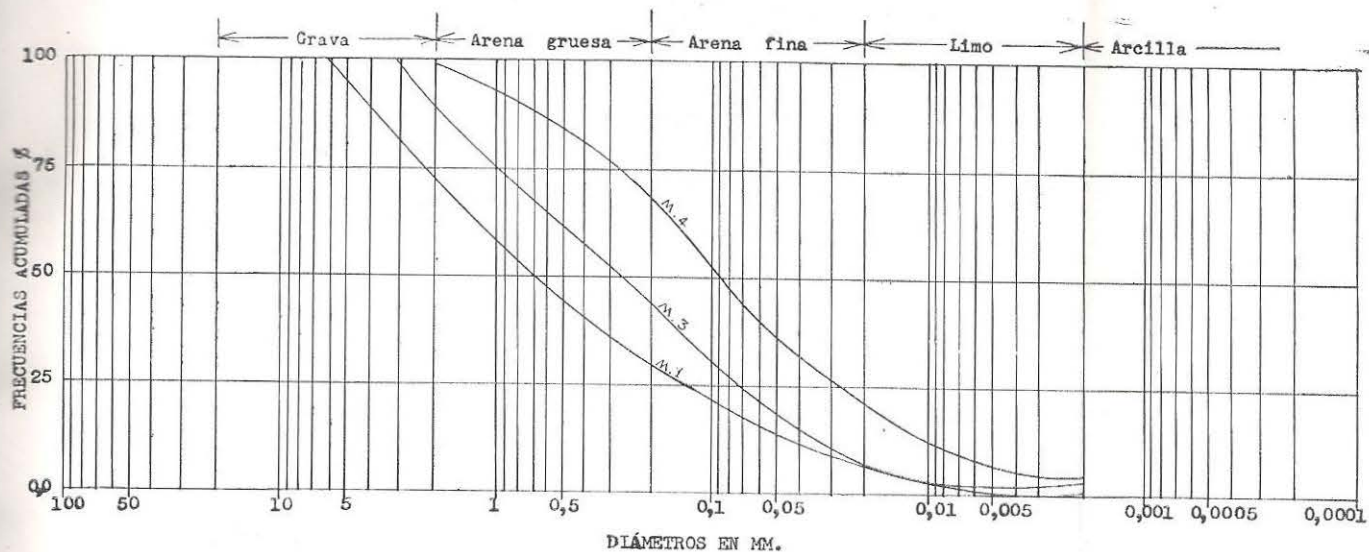


Fig. 3 a. — Curvas acumulativas de tres muestras de la Isla Decepción

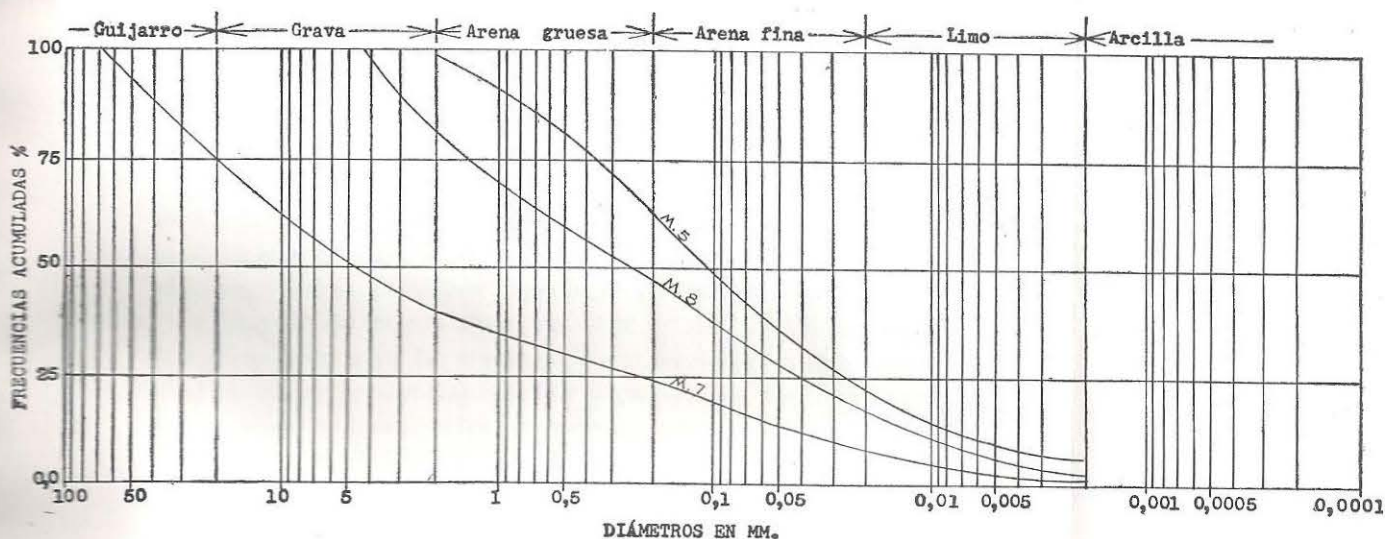


Fig. 3 b. — Curvas acumulativas de tres muestras de la Isla Media Luna

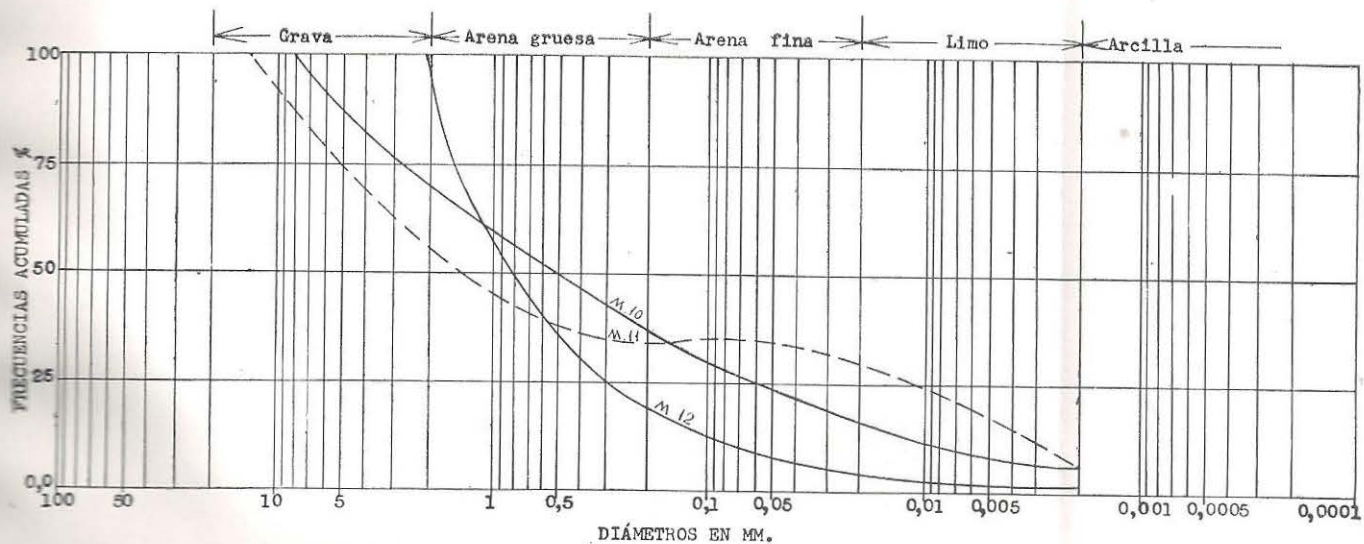


Fig. 3 c. — Curvas acumulativas de tres muestras de Melchior, Potter y Ushuaia

Los resultados del ensayo de tamización en seco y otros complementarios se insertan en el cuadro IV. La humedad equivalente es de centrífuga. Las cifras han sido redondeadas. Es de hacer notar que en este ensayo se consideró tierra fina la fracción menor de 0,2 mm, esto es, la arena fina, el limo y la arcilla; quedó afuera, en relación con la escala internacional de Atterberg, la arena gruesa (0,2 a 2 mm).

C. *Curvas acumulativas*. — Este medio de representación gráfica de los resultados del análisis mecánico (González Bonorino y Teruggi, 1952) nos permite traer aquí el comentario acerca de la granulometría de las partículas. Se presentan las curvas acumulativas en escala semi-logarítmica para las muestras 1,3 y 4 (Decepción); 5,7 y 8 (Media Luna); 10 y 12 (Melchior y Potter), y 11 (Ushuaia, trazo discontinuo, comparativa), contenidas, en grupos de a tres conforme su origen, en la figura 3. También se incluyen los diagramas correspondientes a los resultados de tamización con tres muestras de la Isla Decepción del Dr. Olsacher (10., 40. y 50.) (fig. 4).

La escala de fracciones seguida es la de Atterberg, establecida en 1903 y hoy de uso general entre los edafólogos, sobre todo los europeos. La equivalencia con otras escalas posteriores y usuales entre edafólogos norteamericanos y geólogos (*Bureau of Soils*, Udden en 1914, Boswell en 1918, Cayeux en 1929 y Trask en 1932), así como discusiones acerca de la terminología sedimentológica, se encontrará en el léxico recién mencionado. Por supuesto que también se pensó como método representativo en el de los triángulos de textura, de uso obligado en edafología agrícola, y en el del histograma, pero el de las curvas acumulativas se considera aquí más apropiado.

Aplicando el procedimiento de Niggli, que emplea los parámetros estadísticos (mediana y cuartiles), en la calificación de las muestras, vemos que las procedentes de Decepción son arenas gruesas con tendencia a finas, salvo la más profunda del perfil II (M. 4) que es una arena fina. El elemento de compactación, cuando existe, es siempre, como se dijo, la materia orgánica sobre el limo. Las curvas de Media Luna presentan una fisonomía similar, con arenas finas con tendencia a gruesas o viceversa, motivando una curva característica de grava areno guijarrosa la M. 7, típica de la periferia de una estructura de crioturbación que antes habíamos denominado como « círculo de piedras », pero que también puede ser una manifestación de un suelo poligonal, al menos por la forma de sus células internas, sin por ello pretender asimilarlo a los del Artico (Groenlandia, Spitzbergen,

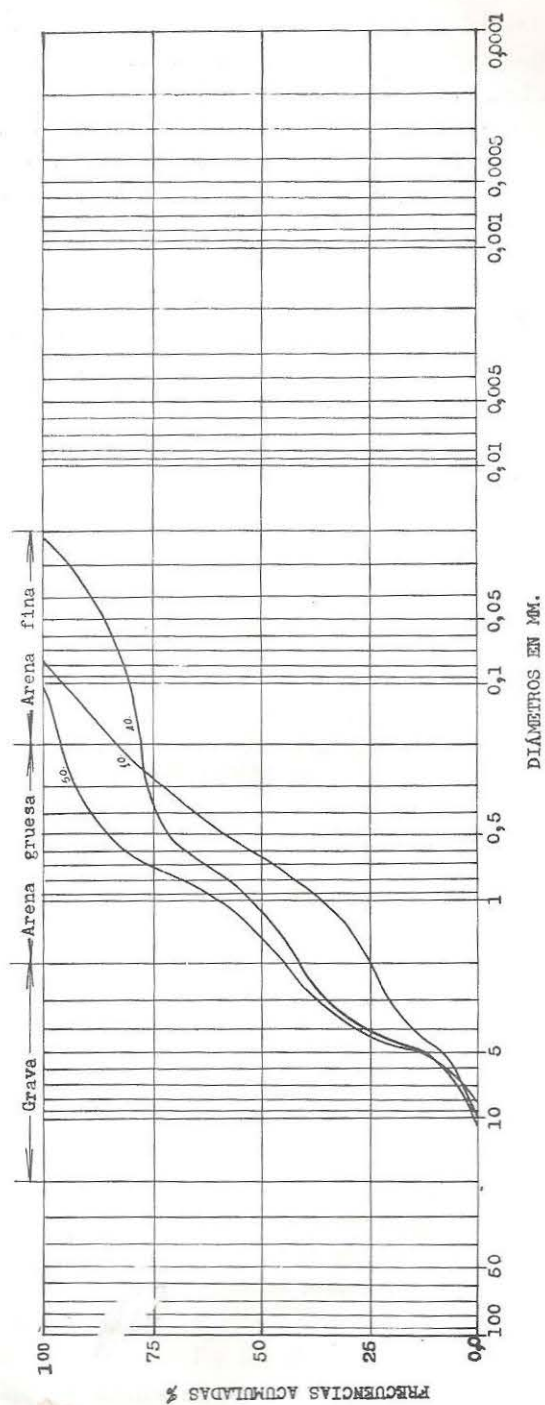


Fig. 4. — Curvas acumulativas de tres muestras del aparato costero de la Isla Decepción (datos de Olacher)

Alaska, etc.). Suelos de este tipo habrían sido hallados en «Tierra Adelia» por los franceses (Ives Valette en Cailleux y Taylor, 1954). De las curvas restantes, se destaca la homogeneidad (M. 12) de la de Potter (arena gruesa), la similitud con las anteriores de la de Melchior (M. 10) y el trazado peculiar (M. 11) de la comparativa (Ushuaia) donde ya, a pesar de la proporción de elementos gruesos, se llega al limo con el primer cuartil, como es lógico.

Las curvas de la Isla Decepción obtenidas de la tamización (10., 40. y 50.), presentan la fisonomía propia de tal ensayo, acusando dentro de una mayor homogeneidad, la calificación de arenas gruesas a gravosas.

D. *Criterio de gelividad*. — Según Casagrande, en el caso de un suelo con granulometría *uniforme*, será sensible a la congelación si contiene más de 10 % de partículas con diámetro inferior a 0,02 mm (limo). En el caso de una granulometría *no uniforme* dicho por ciento baja a tres por ciento.

Nuestras muestras revelan ser heterométricas, por lo que resultan sensibles todas ellas, siendo la M. 12 (Potter) la menos afectada. La uniformidad (homometría) está dada por el cociente de los diámetros correspondientes a los percentiles de 60 % y 10 %.

E. *Muestras de fondo marino*. — La exaración de la superficie emergida por los agentes glaciales determina los sedimentos terrígenos constituyentes del fondo marino, de ahí que se consideró de interés prolongar el estudio de los suelos con el examen de dichos materiales, tomados aprovechando tareas de rutina de la Fuerza en el aspecto de oceanografía física.

Transcribimos la parte correspondiente de una comunicación epistolar del Dr. Frenguelli (23-X-1953), quien tuvo a bien encargarse de dicho examen:

a) *Bahía Luna*: (M. f. 3).

Fecha: 6 de marzo de 1953.

Profundidad: 90 m.

Temperatura del agua: 0°3 C.

Limo de color gris-ceniza oscuro, muy arcilloso y arenoso; arena abundante, de grano finísimo hasta gravillas (escasas); fracción pelítica escasa, formada en su mayor parte

por partículas minerales con frecuentes espículas de esponjas (anfioxas y largos tilostilos), muy raros Silico-flagelados (*Dictyocha speculum* Ehr.) y escasas diatomeas, cuyas especies no se cree necesario enumerar aquí.

b) *Puerto Melchior* : (M. f. 4).

Fecha : 9 de marzo de 1953.

Profundidad : 90 m.

Temperatura del agua : 0°C.

Limo pardo amarillento, finamente arenoso, muy poco ligado por arcilla; fracción pelítica abundante, formada por detritos vegetales turbosos; partículas minerales, espículas de esponjas (anfioxas, tilostilos, anfiqueles, anisoqueles) y frústulos de diatomeas casi en partes iguales.

c) *Puerto Paraíso* : (M. f. 2).

Fecha : 26 de febrero de 1953.

Profundidad : 110 m.

Temperatura del agua : 0°C.

Limo arenoso finísimo, gris verdoso, con restos vegetales (fibras); fracción pelítica abundante, después de su oxidación formada por frústulos de Diatomeas, acompañadas por escasas espículas de esponjas (anfioxas, tilostilos, isoquelas, etc.), rara Dictiocácea (*Dictyocha speculum* Ehr.) y raro fragmento de Radiolario (*Peridium?*).

Las diatomeas figurarán en un trabajo de conjunto que el eminente protistólogo tiene en revisión. La muestra de Puerto Foster no fue hallada en nuestra colección (M. f. 1).

F. *Muestra de roca*. — Nos complace transcribir a continuación el informe de la Dra. Crotti sobre un fragmento de *dacita* procedente de la Isla Media Luna.

Se trata de la roca que constituye la periferia de la estructura de crioturbación identificada en el capítulo V con el perfil horizontal IV, muestra 9 a. Sobre ella crecen los líquenes del género *Neuropogon* (*Usnea*) y es la característica del paisaje emergido en tal isla:

- a) *Caracteres megascópicos*: Roca de grano fino, afanítica. En las superficies frescas el color es gris, ligeramente verdoso. Los fragmentos observados son angulosos como corresponde a la desintegración física característica de climas fríos.
- b) *Caracteres microscópicos*. *Textura*: *Porfírica*, holocristalina. Los fenocristales, de 0,5-1,5 mm de diámetro, son muy escasos y en el corte delgado examinado casi sólo se observan fenocristales de plagioclasa y de piroxeno. La pasta tiene textura pilotaxítica y sus componentes miden alrededor de 0,20 mm. *Componentes*: El mineral predominante es una *plagioclasa*, que por los índices de refracción (muy próximos a 1,55) de sus fragmentos de clivaje corresponde a una andesina. En los escasos fenocristales que presenta, se nota que es zonal y en algunos de ellos hay alteración sericitica. En la pasta forma pequeñas tablillas de 0,15-0,25 mm de largo. El *cuarzo* se encuentra generalmente en la pasta, donde forma granos intersticiales de 0,1-0,3 mm de diámetro; es muy raro como fenocristal. Si bien Rosenbusch empleaba el nombre de «*dacita*» solamente cuando el *cuarzo* aparecería en fenocristales, para los autores más modernos es suficiente que la roca tenga más del 5% de *cuarzo* para que la llamen *dacita*, aunque este mineral no aparezca entre los *fenocristales*. En la *dacita* aquí estudiada la proporción de *cuarzo* supera en mucho dicho porcentaje, correspondiendo, por lo tanto, tal clasificación. El *piroxeno*, muy escaso entre los fenocristales, también lo es en la pasta, donde forma pequeños gránulos. Se trata de un clinopiroxeno. En cambio, un mineral secundario, una *clorita* verde claro, presente en elevada proporción, revela que originalmente existió un mafito abundante, biotita con mucha probabilidad, ya que, en el único fenocristal encontrado, quedan rastros de un clivaje similar al de las micas. Los minerales accesorios son *magnetita* y *apatita*. La primera en granos euhedrales a subhedrales, abundantes, y la *apatita* en cristales aciculares. También se observaron gránulos de *epidoto* (?). Además de la *clorita* ya mencionada, como productos secundarios se identificaron *material arcilloso* y una *zeolita*, esta última formando una delgada veta; y el ataque del polvo de la roca con ácido clorhídrico reveló la presencia de *carbo-*

natos, que posiblemente se encuentran en la parte superficial de los fragmentos de la roca, porque en el corte delgado no se les observa.

VII. LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS ESTUDIADOS Y LA PRETENDIDA «TUNDRA» ANTÁRTICA

A. *Consideraciones climáticas.* — En el capítulo respectivo (IV) se hizo una reseña climatológica, en base a estadísticas meteorológicas, del paisaje emergido y aéreo de la Antártida Argentina, a través de los datos de los observatorios Decepción y Melchior, lamentando entonces la ausencia de informaciones geotermométricas. Prometimos para ahora traer a colación consideraciones de orden climático que fundamenten nuestras conclusiones respecto de la clasificación de los suelos aquí tratados, basada en la influencia del clima sobre su génesis y la de la vegetación que soportan.

Citando sólo a dos climatólogos, el uno con sentido universal y el otro con sentido regional, recordaremos la conocida clasificación de Thornthwaite, hecha primigeniamente en 1931 y llevada a un planisferio en español por los mexicanos (Contreras Arias, 1938) quien fija, entre otros, los siguientes *índices de temperatura efectiva*:

Clima	Índice
(B') Mesotérmico ¹	64 a 127
(D') Taiga.....	16 a 31
(E') Tundra	1 a 15
(F') Hielo perpetuo	0

En cuanto al índice de humedad efectiva, el mismo pierde interés frente al térmico en climas fríos. Las islas subantárticas y el extremo norte de la Tierra de Graham (Península de Palmer) tendrían clima E' (de tundra) y el resto del continente F' (hielo perpetuo). Clima de taiga (D') no habría en esta parte de América.

El mismo autor norteamericano, en 1948 modificó su sistema mediante la aplicación de una nueva fórmula que calcula la evapotranspiración potencial y el balance hídrico, sistema que fué adoptado para la República Argentina por Burgos y Vidal (1951), resultando

¹ Dado al solo efecto comparativo, pues sería el de nuestra región pampeana subhúmeda.

aquella una expresión de la longitud del día y de la temperatura. Del trabajo de estos autores se extraen los siguientes índices, confrontados con los de las Georgias del Sur, ambiente éste subantártico :

Elemento	Orcadas	Sud Georgia
Evapotranspiración potencial anual.....	0	395 (?)
Exceso de agua, promedio anual.....	430	955
Deficiencia de agua, promedio anual.....	0	0
Índice de eficiencia térmica, mm.....	0	241
Tipo de clima.....	Helado (E')	Tundra (D')

En el trabajo de los mismos autores se encontrará una comparación entre otros sistemas (Köppen, para el cual no existiría diferencia entre los ambientes mencionados; De Martonne, cuyo índice de aridez de 1947 ya establece separación; y los dos recién comentados). En cuanto al sistema de clima « mensual » de Knoche, publicado también en 1947, su misma característica no permite hacer una síntesis. Es lástima que, tal vez por inconvenientes técnicos, no se haya trazado todavía el planisferio ni la carta climática argentina, según la última tipología de Thornthwaite. Lástima también que el sector antártico presente, en el pequeño cuarterón de los cartogramas del trabajo de los autores argentinos precitados, valores no siempre coincidentes ni siempre aclarados para las dos estaciones con suficiente tradición meteorológica, que son las dos confrontadas precedentemente.

El segundo de los sistemas de clasificación climática que nos proponíamos traer a colación aquí, es el de Papadakis (1952), quien también señala dos tipos regionales: Uno — que denomina de la « Antártida Argentina » — donde la temperatura del mes más cálido (enero) es *menor* de cero grado y otro — denominado de la « tundra argentina » — donde es *mayor* de cero grado. Este último vendría a corresponder a la parte norte del sector e islas adyacentes. El mismo autor (Papadakis, 1954), al establecer los regímenes hídricos de la República, precisa entre el total de 41 el siguiente de nuestro interés :

Régimen 26 (de la tundra argentina)

Georgias del Sur.....	Is 1-12/0
Orcadas del Sur.....	Is 1-12/0

Traduciendo la fórmula original del notable ecólogo, ambas estaciones pertenecerían al mismo régimen isohigro, con 12 meses húme-

dos y ningún mes seco; agrupación y denominación que, para la Antártida propiamente dicha, no es concorde con la realidad integral del sexto continente. Agrega el mismo autor que la humedad es, lógicamente, abundantísima todo el año, con coeficientes de humedad para el mes más seco, de 2,95 y 2,50, respectivamente.

En síntesis, poca o ninguna significación tienen la humedad y la precipitación en el clima de las regiones polares; el elemento dinámico y definidor es la *temperatura*: Orcadas y toda la Antártida Argentina al sur de ellas, tienen el tipo de clima de las regiones heladas o de hielo perpetuo, a una latitud mucho menos avanzada que en el hemisferio boreal (De Fina, 1955).

B. *Consideraciones fitogeográficas*. — En el conocido planisferio fitogeográfico de Brockmann-Jerosch y de Rübel, difundido en los principales textos de Botánica, el continente antártico figura asignado al tipo ecológico-fisionómico de *frigidideserta*, esto es, comunidades de especies perennes y herbáceas (ausencia de árboles), con caméfitas y hemicriptófitas, y raramente microfanerófitas. Son frecuentes las formas en roseta y en cojín, y las plantas adheridas a las rocas, caso este último típico de nuestra Antártida junto con las alfombras y escalones musgosos. Para dichos autores, tal tipo se extiende en las tundras boreal y austral, y en las altas cordilleras; nosotros agregaríamos las comunidades nivales de *crioplancton*. En la división en reinos florales debida al botánico berlinés Ludwig Diels el territorio de nuestro interés constituiría el *Dominio Antártico* integrante del Reino homónimo.

Gausson (1954) en su moderna carta de las regiones florales del mundo, nos ubica en la región séptima (antártico-andina), en el dominio G (praderas-tundras musgosas), con clima muy frío. Cailleux (1953) en su también moderna carta de las formaciones naturales continentales, asigna a *toda* la Antártida insular y litoral el tipo de «tundra y zonas alpina y nival». Por su parte, el usual *Atlas Geográfico de Oxford* en el planisferio fitogeográfico diferencia las islas del arco estructural como «tundra» y al continente como «capa helada».

Pasando a la literatura argentina, Papadakis (1952) en su esquema de la vegetación zonal argentina, define dos tipos para el sector antártico:

9. *Tundra*: Hielo perpetuo con arbustos bajos, musgos, líquenes, etc.: 26. *Georgias del Sur, Orcadas del Sur, Sandwich y N. de la Península antártica.*
10. *Hielo perpetuo*: No hay vegetación: 27. *Resto de la Antártida Argentina.*

La caracterización está dada, igual que para los tipos climáticos del mismo autor, por las temperaturas media anual y del mes más cálido (menores de 0° y 10° C respectivamente). Por supuesto que no hay microfanerófitos en las Georgias, ni que su vegetación, mucho más rica, pueda asimilarse a las demás islas de la clase 26; además, el hielo en tal ambiente no es «perpetuo», pues hay un deshielo, parcial al menos (costanero), de unos cinco meses. No obstante, el «verano» en el Antártico es, recordando a Rudmose Brown, un concepto más astronómico que real.

Cabrera (1953) es el primer sistematizador de la fitogeografía argentina que incluye explícitamente a la Antártida, basando su información en las observaciones de Skottsberg (1950), el inolvidable viajero del *Antarctic* en la no menos memorable expedición sueca de Otto Nordenskjöld, cuyo salvamento en 1903, por naves y marinos argentinos, marcó el comienzo del medio siglo de vinculación ininterrumpida de éstos con el lejano sur. Para él, nuestro sector integra el Dominio Antártico, subdivisión de la Región Austral, con tipo de vegetación dominante de tundra, calificación que estimamos exagerada para las comunidades de *frigorideserta* («alfombras» musgosas de unos 400 m² en Decepción, «escalones» de musgos en Media Luna y en la Costa Danco, matitas aisladas de las tres fanerógamas antárticas en Melchior y, en todas las rocas libres de hielo en verano, los consabidos líquenes) vistas y descritas por nosotros en forma coincidente con las observaciones e ilustraciones del eminente botánico y explorador sueco, aún para las islas del costado este de la Península de Palmer, no visitadas todavía por quien esto escribe. En cuanto a las Georgias, en la carta del autor argentino son correctamente asimiladas a las Malvinas en la novísima Provincia Insular (Dominio Subantártico), quien, para diversos ambientes de este último dominio, describe con el nombre de tundra vegetaciones lógicamente más ricas que la dada con el mismo nombre de «tundra» para la Antártida propiamente tal. Quien desee hacerse una idea visual acerca del verdadero paisaje de tundra ártica, con su fauna, su flora, su suelo, su hielo, sus migraciones, sus problemas, podrá consultar

con gran provecho las magníficas fotografías a todo color que ilustran el artículo de Barnett (1954).

De propósito hemos dejado para el final de esta síntesis fitogeográfica la ineludible mención del trabajo de Pérez-Moreau y Sgrosso (1950), quienes — especializado el primero en la provincia por él denominada « Antartánica » y viajero varias veces a la Antártida el segundo, ya citado aquí por su contribución geológica a la misma — discuten el valor del concepto de fitoclima de caméfitos antárticos, establecido para ambos polos por el insigne botánico danés Raunkiaer en su clásica obra de 1905. Concretando su pensamiento, que es también el nuestro, las Malvinas y los archipiélagos fueguinos son templado-frías; las islas Georgias y otras del arco estructural de las Antillas del Sur a latitud inferior de 60° S (*Antartandes* de Arcowski) son *subantárticas*; y la parte norte de la Tierra de Graham, con las Shetlands del Sur y las Orcadas, por donde pasa el límite austral de la vegetación superior, son *antárticas*. Digamos por último, que para la vegetación de la región descripta en último término, no nos parece apropiado el término de « tundra », muy usado por botánicos y fitogeógrafos argentinos y extranjeros, al menos en la acepción que se le da en el Artico.

C. *Clasificación de los suelos estudiados.* — En la principal cartografía edafológica — planisferios de Glinka, Marbut y Kellog — el continente polar austral no ha sido considerado, posiblemente por la ya manifestada falta de informaciones específicas al respecto o por falta de interés derivada de la ausencia de verdaderos « suelos », impuesta por el rigor del clima térmico, unida a la falta de una agricultura, una ganadería y una población humana de significado económico.

Papadakis (1952) en su carta de los suelos zonales argentinos, basándose en un diagrama de orden climático, publicado en una obra mundial anterior, de la cual la aquí citada es una amplificación argentina, ubica el norte de la península antártica y los archipiélagos aledaños, antárticos y subantárticos, en el tipo de « tundra » y los denomina (Sección 23) « tundra antárticos ». Deduce esta asignación en que, bajo clima polar, el lavado del suelo se ve impedido por una capa perpetua de hielo a poca profundidad, capa cuya existencia está dada por una temperatura media anual inferior a 0° y a la del mes más cálido inferior a 10° , criterio debido a Nordenskjöld y a Supan, y expuesto en la obra del explorador sueco oportunamente

citada. Esta correlación de zonalidad edafo-climática será válida, no lo dudamos, en los ambientes árticos y, tal vez, en algunos subantárticos donde exista un *perfil genético de suelo*, condición que, por todo lo visto, no se cumple en nuestra Antártida.

Los suelos de las regiones frías se ofrecen en dos ambientes distintos, pero del mismo efecto climático: a) En latitudes altas (polares) y b) en altitudes pronunciadas (de alta montaña). Los primeros se caracterizan en el Ártico (81° N) por hallarse una parte del año descubiertos de hielo; los antárticos, a latitudes menores (60° S), sólo se encuentran de verano en islas volcánicas con manifestaciones póstumas o entre rocas que no sostienen el hielo y siempre en archipiélagos y costas en la vecindad del mar. El resto del continente es permanentemente helado. La característica de aquéllos es la presencia de tres horizontes esenciales: 1) Se descongela en verano y se congela en invierno («molisol» o «capa activa»); 2) Siempre helado («tjåle» de los suecos, «merzlota» de los rusos, «permafrost» de los norteamericanos, «pergelisol» de los modernos criopedólogos); 3) Nunca congelado por su aislamiento del hielo superficial. Estos suelos árticos toman formas geométricas denominadas *suelos estructurales*: Suelos reticulados, suelos poligonales (convexados por presiones laterales), círculos o coronas de piedras (el material grueso es centrífugo, el fino centrípeto), suelos estriados, etc.; procesos todos de *crioturbación* y de *soliflucción*, objeto de las obras citadas en el Capítulo II y hoy sometidos a una labor de sistematización de carácter internacional y vinculada con la morfología periglacial y el cuaternario.

Glinka, el más alto exponente de la escuela rusa de los suelos climatógenos, define (Erhart, 1935) la tundra siberiana como un suelo formado bajo tapiz de hemicriptófitas (Gramíneas, *Carex*, *Polygonum*, *Festuca*, etc.), de nanofanerófitas (*Betula*, *Salix*, etc.) y de musgos. Los horizontes se estratificarían así:

- 1) Humus crudo: 3 cm;
- 2) Arcilloso, amarillento: 2-3 cm;
- 3) Arcilloso, *flúido*, azulado: 8-10 cm, ligeramente alcalino;
- 4) Arcilloso, amarillo-azulado, como (2) pero más compacto: 2-3 cm, suavemente ácido o neutro;
- 5) Arcilloso, pardo, no se licúa como (3), compacto: 40-60 cm, ligeramente alcalino;
- 6) *Pergelisol*: A más de 79 cm.

El horizonte (3) es el típico («glei») y en él son intensos los procesos reductores, siendo su espesor proporcional a la humedad existente, la cual siempre es elevada, aunque la precipitación sea baja por la evaporación casi nula, fenómeno este último que tiende a intensificarse en el Antártico por el evidente retroceso de los glaciares. Al congelarse la superficie (capa activa, «molisol») dicho horizonte «glei» es sujeto a presión, produciéndose una mezcla de materiales entre los horizontes y en ambos sentidos verticales (ascendente y descendente). Tal es, pues, el perfil típico de suelo de tundra, denominada «seca» y que pasa a ser «húmeda» cuando su vegetación evoluciona a turbal de *Sphagnum* con «praderas» de «líquen de los renos» (*Cladonia rangiferina*). Su próxima etapa evolutiva, bajando en latitud, será el suelo de «podsol» con vegetación de Coníferas, pero ya caemos en el dominio de la «taiga». En las ilustraciones al artículo de Barnett (1954), repetimos, se encontrarán fotografías exactas y precisas que visualizan el paisaje, el concepto y los perfiles de la verdadera tundra ártica. Digamos de paso, para complementar las anteriores consideraciones climáticas, que los factores de Lang y de Meyer, antaño tan usados para sistematizar los suelos, tienen un valor dispar en este caso. Mientras el primero (igual al cociente entre precipitación y temperatura media, que aquí es de cero grado) es infinito, el segundo (igual al cociente entre la precipitación y el déficit de saturación absoluta) tiene valores en la tundra de 500 a 600, los cuales son necesarios de corregir o reducir al período libre de hielos, lo que los lleva a cifras menores de 20.

Concretando nuestro pensamiento respecto de los suelos observados y estudiados, debe decirse que no son «suelos» en el sentido estricto de la palabra, estático y dinámico. Son materiales esqueléticos, estructurales, resultantes de la subdivisión de las rocas, con costras profundamente alteradas. *No hay serie ni perfil genético de suelo que responda a las características típicas definidas para la tundra.* La desintegración física de las rocas es activa, pero antes de alcanzar dimensiones coloidales las partículas son arrastradas al mar, formando los sedimentos terrígenos que se observan en las muestras de fondo. Hay rocas ricas en calcio (catión floculante, presente en un 8% en el basalto), pero la litólisis es lenta y el producido lixiviado de inmediato. En pocas palabras, son suelos estáticos, faltan los elementos climáticos y bióticos que imprimen dinamismo a su evolución, de la cual resulta, también, la dinámica coloidal que da «personalidad» al verdadero suelo, tal como éste es considerado en su concepción

moderna. En cuanto al factor biótico, el mismo es casi nulo, pues la vegetación sólo es activa un tercio del año, ya que el resto está cubierto todo por el hielo, apareciendo en laderas montañosas expuestas al sol y paredes de roca, principalmente, pues los lugares planos descubiertos son «esterilizados» por las deyecciones cáusticas de los pingüinos. La población microbiana, aunque presente, no es significativa en el proceso de desintegración de las rocas y materias orgánicas (humificación). No hay duda que la deglaciación que se opera en la Antártida, desde este siglo por lo menos, favorece por exaración la alteración de las rocas y, por lo tanto, la formación de suelos.

En suma, dada la imposibilidad de calificar los suelos estudiados como de «tundra» y la falta de una categoría adecuada en la clasificación general, proponemos para los perfiles horizontales como el de Media Luna y, tal vez, como los suelos poligonales denunciados por los franceses en Tierra Adelia, el nombre de *suelos teselados*. Este nombre deriva del latín *tessella* y corresponde en todos los diccionarios usuales a los cubos de mármol, piedra, etc., que empleaban los antiguos romanos para formar los *pavimentos* de mosaico. Fué usado, como lo recuerda Dunlop (1936), quien se basa en autoridades como Blanck, Robinson, Hilgard y Ramman, por vez primera por Otto Nordenskjöld, el explorador polar varias veces citado, para describir los suelos poligonales del litoral ártico. Algunas de las *estructuras pedregosas típicas* pueden verse en De Martonne (1947) y coinciden bastante bien (p. ej., lám. XXXI, B y fig. 328) con las nuestras (fig. 2 y fot. 4).

En cuanto a los «suelos» estudiados en Decepción, Melchior y Potter, por su naturaleza fragmentaria, de origen mineral u orgánico, más o menos fina, volcánica reciente o antigua, nos parece lo más adecuado darles el nombre de *suelos detríticos*.

VIII. LA POSIBILIDAD DE REALIZAR CULTIVOS EN LA ANTÁRTIDA ARGENTINA

En el plan primitivo de este trabajo figuraba el capítulo del epígrafe, dado su carácter edafológico aplicado. Posteriormente, recogimos una buena cantidad de antecedentes de cultivos, geo e hidropónicos, en el Ártico y en el Antártico, sobre todo en el primero; antecedentes que, unidos a nuestra leve experiencia sobre lo observado

y vivido en un verano antártico, creemos suficientes como para elaborar una comunicación independiente todavía inédita (Molfino, 1955).

No obstante, para satisfacer una eventual curiosidad del lector, conviene anticipar que los materiales edáficos analizados, en especial los de Decepción, pueden muy bien sostener cultivos herbáceos y leñosos, tal como lo han podido registrar documentadamente expediciones extranjeras y el autor. El inconveniente *no radica en el suelo*, sino en el rigor del clima, que los impide no sólo en el helado invierno sino que también en el deshielo parcial del verano, en los lugares donde éste ocurre (isoterma mes más cálido — enero — vecina a 0°). De ahí que se haya recurrido a los invernaderos e instalaciones de estilo hidropónico o, mejor, a los cultivos en el interior de los refugios, tal como se hace en las casas de regiones frías (Ushuaia, sin ir más lejos), ya que los cultivos deben tener un interés más de entretenimiento que económico.

IX. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Concretando, lo visto puede establecerse en los siguientes puntos:

- a) Con motivo de su participación en la « Comisión Científica Antártica 1952-1953 » el autor tuvo oportunidad de explorar cuatro ambientes, marinos y costeros, de la Antártida Argentina, tomando muestras y observaciones, entre otras, de carácter edafológico en las Islas Decepción, Media Luna y Rey Jorge V, el Archipiélago de Melchior y Ushuaia, en ésta con fines comparativos; los demás lugares explorados no ofrecían materiales edáficos:
- b) Dada la carencia o escasez de antecedentes al respecto, para nuestro sector al menos, se consideró interesante y útil hacer el tratamiento corriente en Edafología de dichos materiales, habiéndose contado como fuentes de revisión con dos obras fundamentales: « Navaer » (1952) y Cailleux-Taylor (1954), general la primera, especializada la segunda;
- c) Establecido el método de trabajo aplicado, se da una reseña de las condiciones meteóricas y bióticas que rodean los ambientes explorados, lamentando no tener informaciones

geotermométricas, tan necesarias para explicar los procesos inmediatamente formadores de los suelos polares;

- d) La morfología de los perfiles y muestras, así como los paisajes correspondientes, se dan con todo detalle en un capítulo especial, para el cual, dada la breve permanencia *in situ* del autor, resultó eficaz la experiencia de Cordini (1954, inédito);
- e) El análisis físico-mecánico demuestra que las muestras estudiadas contienen más tierra fina (fracción menor de 2 mm) de lo que generalmente se cree; las fracciones predominantes, que dan fisonomía a las curvas representativas, son las arenosas gruesas; hay bastante limo glacial y muy poca «arcilla», el material cementante es la materia orgánica, proveniente de detritos vegetales y deyecciones animales lentamente descompuestos;
- f) El análisis químico mineral está de acuerdo en sus resultados con la induración de las rocas originarias y la antigüedad de los procesos volcánicos respectivos, concordando con los conocimientos petrológicos y vulcanológicos que se tienen sobre la región;
- g) Se complementan los análisis de muestras de superficie emergida, con exámenes de fondos marinos, además de una roca que, en la Isla Media Luna, estructura típicos procesos o células de crioturbación, que bien recuerdan en su interior a los suelos poligonales o reticulados del Ártico, y a los círculos o coronas de piedras en su periferia; la roca de referencia, según el informe transcrito, resulta ser una dacita y no una andesita como figura en la bibliografía antártica más conocida;
- h) Además se observaron otros procesos de crioturbación en pendiente (suelos estriados) en Decepción; los procesos criopedológicos (mejor crioedafológicos) denunciados por los franceses para su Tierra Adelia, corresponderían a los suelos poligonales;
- i) Se discute la asignación climática y fitogeográfica del término de «tundra» para nuestra Antártida, diferenciando en ella ambientes más bien subantárticos de los típicamente antárticos o polares; para éstos nos parece exagerado clasificar en el tipo de tundra a sus comunidades musgosas de

«frigorideserta», así como a los líquenes de las rocas y al «crioplancton» de las nieves; las fanerógamas son pocas y raras, y las algas, numerosísimas, se encuentran sobre todo en el mar;

- j) Vista la imposibilidad de calificar como suelos de tundra los materiales estudiados, se propone el nombre de «suelos teselados» para los estructurales y de «suelos detriticos» para los sedimentarios;
- k) Antes de cerrar el estudio, se adelantan algunas consideraciones respecto de la posibilidad de realizar cultivos comunes en tales suelos, los cuales no son el inconveniente fundamental, sino el rigor del clima todo el año; llevados tales suelos a instalaciones de estilo hidropónico, calefaccionadas e iluminadas integralmente, y regándolos con soluciones nutritivas, aquéllos son ampliamente posibles; sin embargo, el beneficio que de ello pueda obtenerse, ante las dietas prebalanceadas, los suplementos vitamínicos y a pesar de lo que significa la eventual producción de vegetales frescos, no es ni práctico ni económico, sino un centro o motivo de interés en la terapéutica de la lejanía, el aislamiento, la soledad o el hastío; otra variante, es el cultivo en cajoneras y en interiores, tal como se hace en las casas de los países fríos; los árboles, por su parte, resultan imposibles de ser sostenidos, además del frío y la falta de luz, por no contar con suficiente «anclaje» sus raíces;
- l) Por último, el autor desea recomendar a quien desee formarse una idea de conjunto e integral sobre nuestro sector, una excelente compilación detallada, cartográfica e informativa de la Marina de Guerra Argentina, el «Derrotero Argentino», parte V (Marina, 1953); lástima grande la flojedad de su capítulo botánico. Para fijar gráfica y visualmente el concepto de tundra ártica, juzga útil el artículo de Barnett (1954) y sus ilustraciones.

Summary and conclusions¹. — It may be established that :

a) During his participation in the « 1952-1953 Antarctic Scientific Commission », the author had the opportunity to explore four marine and coastal habitats in the Argentine Antarctic, collecting samples and observations, among others, of edaphological nature, in the Decepción, Media Luna and King George V Islands, and in Melchior Archipelago and Ushuaia. In the latter with a comparative finality. The remaining explored sites did not offer edaphic materials.

b) Due to the scarcity or lack of references in this respect, at least for our Sector, it was considered of interest and useful to undertake the routine treatment with these materials, employing as sources of revision two fundamental works, namely, those of « Navaer » (1952) and Cailleux-Taylor (1954). The former is more general and the latter more specialised.

c) The working method once established, a survey of the meteoric and biological conditions in the explored habitat is given, and it is deplored that geothermometric data are unavailable, since they are so necessary to explain the immediate polar soil forming processes.

d) The morphology of the profiles and samples, as well as the corresponding landscapes, are given in a special chapter with detail. On account of the short permanence of the author *in situ*, the experience of Cordini (1954, *inédit*) was deemed very efficacious.

e) The physico-mechanical analysis shows that the samples studied contain more fine soil (fraction less than 2 mm) than it is generally assumed; the predominating fractions — which give the representative curves their physiognomy — are the coarse sandy ones. There is sufficient glacial slime and very little « clay », the cementing material being organic matter originated from plant detritus and animals dejections slowly decomposed.

f) The chemical mineral analysis agrees with the induration of originating rocks and the age of the respective volcanic processes, and is in accord with the petrologic and vulcanic knowledge we have of the area.

g) The analyses of samples from emerging surfaces are complemented with those from marine grounds, in addition to those from a rock which, in the Media Luna Is., offers typical processes or cryoturbation cells, that remind — in its core — the polygonal or reticulated soils of the Arctic, and the circles of stone crowns in its periphery. Such a rock appears to be a dacite, and not an andesite, as it has been listed in the current antarctic literature.

¹ Versión del ingeniero A. M. Offermann, que el autor expresivamente agradece.

h) Furthermore, other cryoturbation processes were observed in declivity (striated soils) in Decepción. The cryopedologic processes (or, better still, cryoedaphological) described by the French for their Adelaide Lands, correspond to polygonal soils.

i) The climatic and phytogeographic denomination of «tundra» for our Antarctic is discussed, and a difference it of rather subantarctic habitats than those typically antarctic or polar is established. The author believes it is an exaggeration to classify among the thundra the mossy communities of «frigorideserta», as also the rock lichens and snow «cryoplancton». Phanerogams are scanty and rare, and algae very abundant, are to be found in the sea.

j) Since it has been shown that it is impossible to denominate the materials studied as «tundra», the name «tessellate soils» is proposed for the structural and «detritic soils» for the sedimentary ones.

k) Some considerations concerning the possibility of undertaking common cultural practices in such soils are also appended. Soils are not the fundamental inconvenience, but rather the crude climate throughout the year. If it could be feasible to transfer them to instalations of hidroponic type, with integral heating and illumination, it would be possible to obtain crops if watered with nutritive solutions. The benefit that may arise from such cultures, however, would prove neither practical nor economic in view of the existing prebalanced diets, vitamin supplement, etc. not with standing the eventual production of fresh vegetables. It might constitute a mere hobby to face loneliness and isolation. Another variant is inside cultivation, such as done in some home during winter. Trees, however, would prove difficult to support not only account of cold but also of light since they would not have enough «anchorage».

l) Finally, the author wishes to recommend to those willing to obtain a better insight of the Argentine Sector of the Antarctic, an excellent compilation, both cartographic and informative, published by the Argentine Navy, namely, «Derrotero Argentino», part V (Marina, 1953). It does not contain much botanical information. For a further illustration of the arctic «tundra» concept, reference is made to Barnett's (1954) paper and its illustrations.

X. BIBLIOGRAFÍA CITADA ¹

- BARNETT, L. 1954. *The arctic barrens. A frozen desert ringing the polar sea, the tundra quickens in the summer sun. The world we live in: Part X. Life, international edition*, July 12, 1954: 32-56. (Magnífica y profusamente ilustrado a todo color).
- BESKOW, G. 1947. *Soil freezing and frost heaving: 1935. With special suplement for the english translation of progress from 1935-1946*. Traducido por J. O. Osterberg. Evanston, Illinois, Technological Institute, Northwestern University 1947 (IV), 145 pp. il.
- BURGOS, J. J. Y A. L. VIDAL. 1951. *Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite*, en *Meteoros* (1): 3-32. Buenos Aires.
- CABRERA, A. L. 1953. *Esquema fitogeográfico de la República Argentina*, en *Rev. Museo La Plata* 8 (Botánica): 87-168.
- CAILLEUX, A. 1953. *Biogéographie mondiale*. Un vol. in -16°, 128 pp. il. Paris, Presses Universitaires, Coll. « Que sais -je ? » 590.
- CAILLEUX, A. ET G. TAYLOR. 1954. *Cryopédologie. Etude des sols gelés*. Exp. Pol Franc. 4, 220 pp., 12 láms. Paris, Hermann, Act. Sc. et Ind. 1203 (Contiene 1529 fichas bibliográficas).
- CONTRERAS ARIAS, A. 1938. *Provincias climatológicas de la tierra según el sistema de clasificación de C. W. Thornthwaite*. Planisferio mural escala 1: 70.000.000. México, Instituto Geográfico.
- CORDINI, I. R. 1954 (inédito). *Contribución al conocimiento del sector antártico argentino. Aspectos geológicos, glaciológicos y oceanográficos*. Copia mecanografiada profusamente ilustrada. Transcripciones bibliográficas. Buenos Aires.
- CORTE, A. E. 1950. *El estudio de la morfología periglacial*, en *Ciencia e Investigación* 6 (9): 414-415. (Es un resumen de los *Rapports Preliminaires* al Congreso de 1952).
- CORTE, A. E. 1951. *Glaciología y ramas conexas. Métodos y elementos de trabajo*, en *Ciencia e Investigación* 7 (4): 159-166; 7 (5): 203-213; 7 (6): 254-257. (Con 42 citas bibliográficas).
- CORTE, A. E. 1953 a (no visto). *Resultados científicos de la Expedición antártica argentina (sic!) en el verano 1952-1953*. Informe inédito en el archivo del Instituto Antártico Argentino, 45 pp., figs. Buenos Aires.
- CORTE, A. E. 1953 b. *Contribución a la morfología periglacial de la alta cordillera con especial mención del aspecto criopedológico. (Laguna Diamante, Mendoza, Argentina, 69° 45' W y 34° 10' S)*, en *Anal. Dep. Inv. Cient. (D. I. C.)* 1 (2): 1-54, 25 figs. Mendoza. (Trae vocabulario y abundante bibliografía).
- CORTE, A. E. 1955. *Contribución a la morfología periglacial especialmente criopedológica de la República Argentina*, en *Acta Geographica* 14: 83-102, il.

¹ La ficha correspondiente a los autores y obras simplemente mencionados en el texto se encontrará en Cailleux y Taylor (1954) y en « Navaer » (1952).

- Helsinki. (De más abarcamiento que el anterior, detalla los « círculos de pastos » con gramíneas del género *Poa*).
- DE FINA, A. L. 1955. *El distrito (de) agroclimático de Helsinki y su discrepancia con los distritos argentinos*, en *Acta Geographica* 14 : 141-148. Helsinki.
- DE MARTONNE, E. 1947. *Traité de géographie physique*. 7ª ed. Tomo II: *Le relief du sol.*, pp. 499-1057, láms. VII-VIII, figs. 194-400. Paris, Armand Colin.
- DUNLOP, M. 1949. *El suelo y su estudio*, en M. I. Newbigin, *Geografía de plantas y animales* (Versión española de M. Maldonado Koerdell), pp. 70-102, figs. 6 y 7. México, Fondo de Cultura Económica (fecha de la edición inglesa : 1936).
- ERHART, H. 1935. *Traité de pédologie*. Tomo I: *Pédologie générale*. Un vol. in-8º, 260 pp., 8 láms., 2 tablas. Estrasburgo, Institut Pédologique. (Construido sobre la base del Blanck's).
- GAUSSEN, H. 1954. *Géographie des plantes*, 2ª ed. un vol. in-16º, 224 pp., 9 cartas y fig., Paris, Coll. Armand Colin 152.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. y M. E. TERUGGI. 1952. *Léxico sedimentológico*. Museo Arg. Ciencias Nat. « B. Rivadavia », Publ. ext. cult. did. 6, 164 pp., il. Buenos Aires, Conf. (A juicio del autor el más serio y útil vocabulario de la especialidad en nuestra lengua).
- JENSEN, H. I. 1916. *Report on Antarctic soils*. Brit. Ant. Exp. 1907-1909, *Geology* 2 (6) : 89-92. Londres, Heinemann.
- LEWIS, C., J. D. CAMPBELL, D. P. BICKMORE y K. F. COOK, 1951. *The American Oxford Atlas*. New York, Oxford.
- MARINA, MINISTERIO DE. 1953. *Derrotero argentino. Parte V: Antártida y Archipiélagos subantárticos argentinos*. 2ª ed. Un vol., 8º mayor, XVIII más 349 pp., il. Buenos Aires, Dirección General de Navegación e Hidrografía.
- MEINARDUS, W. 1930. *Arktische böden*, in E. BLANCK, *Handbuch der bödenlehre* 3 : 27-96, 8 figs.
- MOLFINO, R. H. 1953 y 1954. *Viaje a la Antártida Argentina y La vida vegetal, animal y humana en la Antártida Argentina* (1953); *Paisaje biológico de la Antártida Argentina* (1954). Seis conferencias inéditas pronunciadas en Buenos Aires (Instituto de Suelos y Agrotecnia), La Plata (Facultad de Agronomía), Rosario y Córdoba (Filiales de la Sociedad Arg. de Est. Geográficos).
- MOLFINO, R. H. 1955. *Sobre la posibilidad de realizar cultivos geo e hidropónicos en la Antártida Argentina*. Facultad de Filosofía y Letras, Dep. de Geografía, comunicación inédita. Buenos Aires.
- MOLFINO, R. H. y R. SPEGAZZINI. 1953. *Informe acerca de las actividades cumplidas durante el desempeño de la « Comisión Científica Antártica 1952-1953 »*, 41 pp. il. mecanografiadas. Inédito en Archivo del Instituto Antártico Argentino. Buenos Aires.
- « NAVAER » (1952). *Antarctic bibliography*. Dep. of the Navy, Bur. of Aeronautics, 10-35-591, 147 pp., cartas. Washington. (5500 fichas ordenadas temáticamente con índice de autores).

- NORDENSKJÖLD, O. AND L. MECKING. 1928. *The geography of the polar regions*, en *Am. Geogr. Soc., Spec. Publ.* 8. New York. (Reproducida en 1947 por el *Dept. of the Army, Intelligence Division*). Una publicación similar (nº 7) es el simposio editado por W. L. Joerg (1928), *Problems of polar research*.
- OLSACHER, J. 1954. *Geología de la Isla Decepción*. Conferencia en el Salón «Florentino Ameghino» de la Sociedad Científica Argentina, auspiciada por la Soc. Arg. de Est. Geográficos. Inédita y en prensa por el Instituto Antártico Argentino.
- PAPADAKIS, J. 1952. *Mapa ecológico de la República Argentina*. 2ª ed., 2 vol.: *Texto y Atlas*. XVI más 254 pp., 40 planchas y 25 cartas. Buenos Aires, Ministerio de Agricultura. (Para este trabajo son particularmente interesantes las cartas y texto sobre clima, vegetación y suelos zonales, basadas en una obra de conjunto anterior: *Agricultural geography of the world*, Buenos Aires, 1952, ed. del autor).
- PAPADAKIS, J. 1954. *Contribución al estudio de los climas argentinos: Tipos de régimen hídrico*, en *Rev. Inv. Agríc.* 8 (3): 207-224, Buenos Aires, Conf.
- PÉREZ-MOREAU, R. A. Y P. SGROSSO. 1949. *Diferencias que nos sugieren los conceptos de fitoclimas de caméfitos ártico y antártico*. *Rev. Inst. Nac. Inv. Ciencias Nat.*, Botánica 1 (6): 179-222, Buenos Aires, Conf.
- Polarforschung. Archiv für polarforschung*. Kiel, Alemania, apareció en 1930.
- (*The*) *Polar Record*. Scott Polar Research Institute. Cambridge, University Press, apareció en 1931. (Semestral; trae una completísima bibliografía: general, ártica y antártica).
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1951. *Datos climatológicos y geomagnéticos (de las) Islas Orcadas del Sur. Período 1903-1950*. Serie B (1ª), 1ª parte (nº 11), 97 pp. (Buenos Aires), 1951.
- «SIPRE REPORT 8». 1952. *Investigation of description, classification, and strength properties of frozen soils. Fiscal year 1951. Report of investigations with Appendix A*. Vol. 1: XI más 88 pp., 5 tablas y 100 planchas; 2 pp. y 4 pl. en el App. U. S. Army, Corps of Engineers, Boston. (Con 53 citas, en especial rusas. El Apéndice: *Methods of describing and classifying frozen soils*, es la parte más valiosa para nuestro objetivo).
- SKOTTSBERG, C. 1950. *Algunas observaciones sobre las condiciones de la vegetación en la Tierra de Graham*. Trad. del orig. sueco (1921) por R. A. Pérez-Moreau, en *Inst. Nac. Inv. Ciencias Nat.*, *Bibl. Arg. Ciencias Nat.*, 2-18 pp., 3 láms. Buenos Aires, Conf. (Confr. su Lám. II con nuestra Fot. 2).
- TROLL, C. 1944. *Strukturböden, solifluktion und frostklimat der erde*. *Geologischen Rundschau* 34 (7/8): 545-694, 72 il. Stuttgart. (Obra capital en la materia, trae abundante bibliografía).

XI. CARTOGRAFÍA USADA

Argentina, Ministerio de Marina, Dirección General de Navegación e Hidrografía, *Derrotero Argentino*, Parte V, Sección F: *Cartas* 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 117. Las subrayadas sirvieron para el diseño de la figura 5.

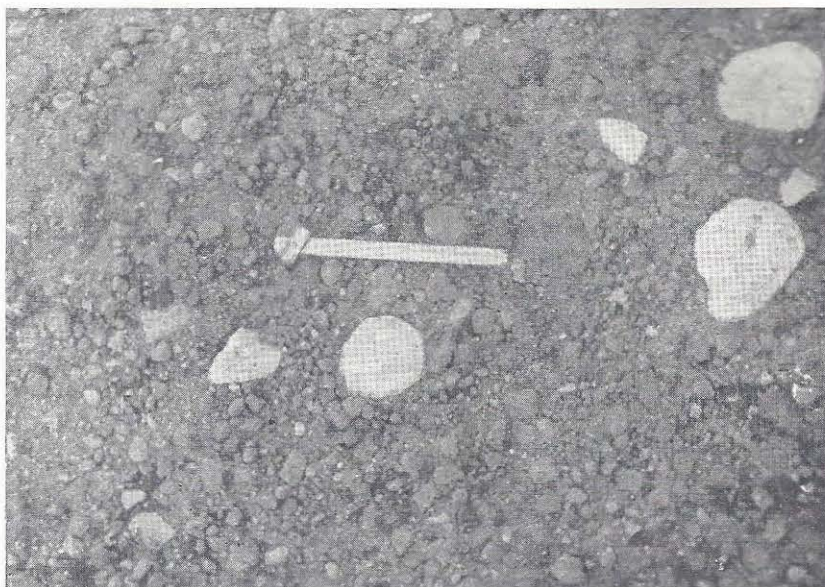
Buenos Aires, 31 de agosto de 1955.



Fot. 1a. — *Isla Decepción : Bahía 1º de Mayo*. Espaldón costanero
Sedimentos níveo-fluvio-glaciales. (Muestra nº 1)



Fot. 1b. — Mismo lugar anterior, descubriendo el pergelisol en forma lenticular



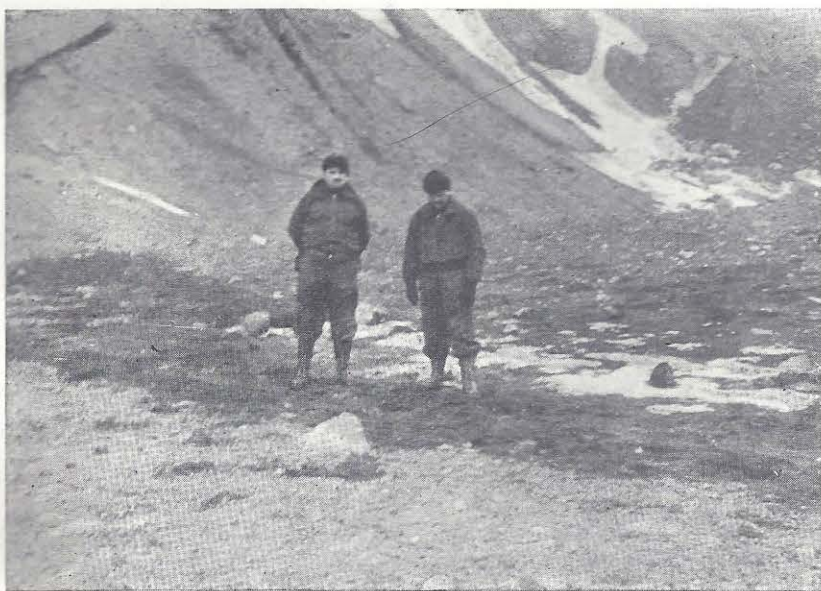
Fot. 1c. — Sobre el espaldón, fragmentos de toba amarilla y lapilli



Fot. 1d. — Los mismos materiales, más seleccionados, con detritos orgánicos



Fot. 2 a. — Isla Decepción : Bahía 1^o de Mayo. La pretendida « tundra antártica » de *Pogonatum alpinum* sobre una barra de lapilli con bombas volcánicas. Al fondo una de las lagunas de agua dulce tipo « maar ». (Perfil II, fig. 1).



Fot. 2 b. — Prolongación de la vista anterior hacia el « anfiteatro » de la Bahía. Con el autor sobre la limitada « alfombra » musgosa, el geólogo cordobés Dr. Olsacher



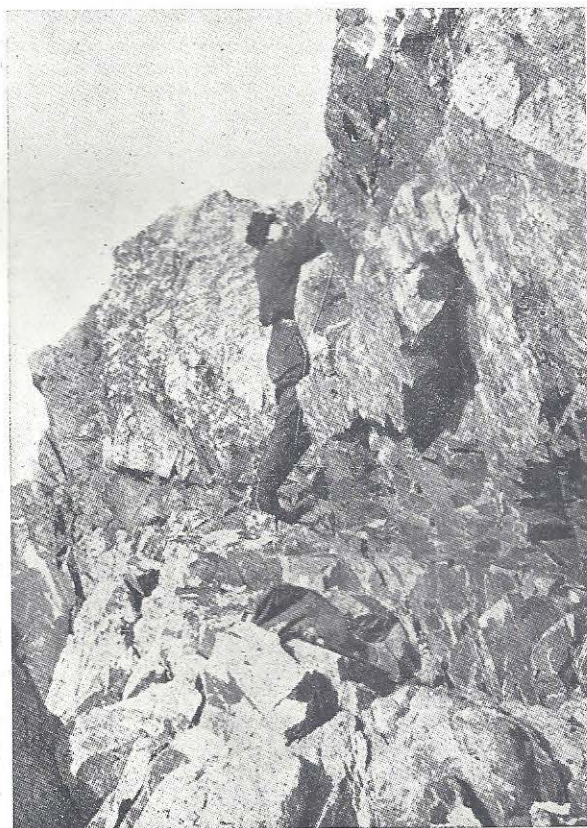
Fot. 3. — *Isla Media Luna* : Cerro « *Líquen* » : Rocas andesíticas, fuertemente azufradas, recubiertas lujurosamente por líquenes fruticulosos. (*Muestra nº 5*)



Fot. 4a. — *Isla Media Luna* : Cerro « *Skúa* » : Procesos de crioturbación en la meseta del cerro. (*Perfil IV, fig. 2*)



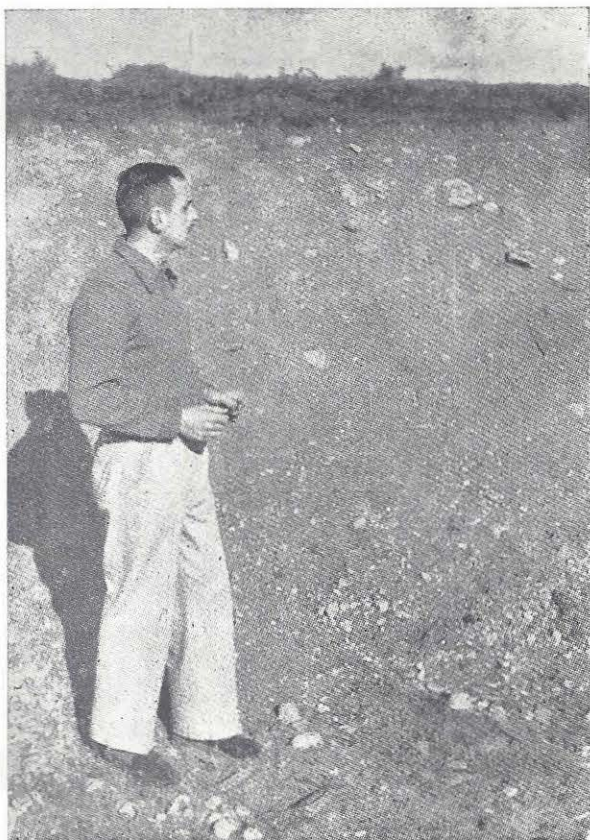
Fot. 4b. — Molisol de la vista anterior luego de la toma de las *Muestras* (7), (8) y (9)



Fot. 5. — Archipiélago de Melchior : *Isla Piedrabuena* : Pared rocosa sobre la salida de Canal Murature a Puerto Andersen, con Líquenes crustáceos, Gramíneas y Cariofiláceas antárticas. (*Muestra* nº 10)



Fot. 6. — *Isla Rey Jorge V : Caleta Potter* : Detalle de los materiales orgánicos y minerales constitutivos de la *Muestra n° 12* (tomada en la playa por el Dr. H. H. Camacho)



Fot. 7. — *Provincia Patagónica : Ushuaia* : Perfil natural cuyo horizonte superficial constituye la *Muestra comparativa n° 11*

CONTENIDO

I. Introducción.....	1
A. Objeto del trabajo	1
B. Colaboración recibida.....	2
II. Revista de la bibliografía.....	3
III. Método de trabajo	4
IV. El medio climático y biótico de la Antártida Argentina.....	5
A. Estadísticas climatológicas.....	6
B. La vida vegetal	8
V. Morfografía de los materiales y muestras	9
A. El paisaje, geológica y petrológicamente considerado	9
B. Los perfiles observados y las muestras tomadas	11
VI. Análisis e interpretación.....	15
A. Análisis de las muestras descriptas en el Capítulo V	15
B. Otras muestras.....	19
C. Curvas acumulativas.....	21
D. Criterio de gelividad.....	23
E. Muestras de fondo marino	23
F. Muestra de roca.....	24
VII. La clasificación de los suelos estudiados y la pretendida tundra antártica	26
A. Consideraciones climáticas.....	26
B. Consideraciones fitogeográficas.....	28
C. Clasificación de los suelos estudiados.....	30
VIII. La posibilidad de realizar cultivos en la Antártida Argentina	33
IX. Resumen y conclusiones	34
X. Bibliografía citada.....	39
XI. Cartografía usada.....	42

- PUBLICACIÓN N° 30: *Reconocimiento agrohidrológico del valle medio del río Negro entre General Conesa y Segunda Angostura*, por Natalio Mikenberg.
- PUBLICACIÓN N° 31: *Informe ecológico sobre las provincias de San Juan y Mendoza*, por Juan Papadakis.
- PUBLICACIÓN N° 32: *Levantamiento agrohidrológico del valle del Río Colorado*, por Antonio de Paúl Fantini.
- PUBLICACIÓN N° 33: *Contribución al estudio de los climas argentinos: tipos de régimen hídrico*, por Juan Papadakis.
- PUBLICACIÓN N° 34: *Estudio analítico del complejo coloidal orgánico en suelos argentinos*, por María A. Serviçi de Rondini.
- PUBLICACIÓN N° 35: *La recuperación de suelos alcalinos*, por W. P. Kelly (traducción).
- PUBLICACIÓN N° 36: *Contribución al conocimiento de los turbales de Mendoza*, por Alfredo Siragusa.
- PUBLICACIÓN N° 37: *Los suelos de regadío del Alto Valle de Río Negro y Neuquén*, por M. Tschapek, J. Oliveri, C. Miaczynski y J. Barbagallo.
- PUBLICACIÓN N° 38: *Actividad del azotobacter en el suelo en relación con su inhibición por el oxígeno*, por M. Tschapek.
- PUBLICACIÓN N° 39: *La necesidad de unidades locales para la conservación del suelo*, por Julio Ipucha Aguerre.
- PUBLICACIÓN N° 40: *Posibles causas edáficas del « entegue seco » enfermedad de los herbívoros en el este de la provincia de Buenos Aires*, por Rubén H. Molino, Roberto Alonso y José A. Riccitelli.
- PUBLICACIÓN N° 41: *Relevamiento detallado de drea de la estación experimental de Anguil (Pcia. de La Pampa)*, por A. J. Prego, L. A. Tallarico, C. A. Bellón y J. E. Calcagno.
- PUBLICACIÓN N° 42: *Mapa de erosión de los suelos de la región pampeana. 1ª contribución: noroeste de la provincia de La Pampa*, por L. A. Tallarico, J. Ipucha Aguerre, C. V. Quevedo y J. E. Calcagno.
- PUBLICACIÓN N° 43: *La erosión por el viento y el cultivo bajo cubierta*, por Walter F. Kugler.
- PUBLICACIÓN N° 44: *Geodafología en el departamento de Yavi (Pcia. de Jujuy)*, por Oscar Domínguez.
- PUBLICACIÓN N° 45: *Probables depósitos glaciales en las sierras de la provincia de Córdoba, R. A.*, por Alfredo Siragusa.
- PUBLICACIÓN N° 46: *Técnicas rápidas para el análisis de suelos*, por Marino J. R. Zañanella.
- PUBLICACIÓN N° 47: *Petrología de los suelos de los alrededores de Concordia*, por Yoli Lagisquet de López Alaniz.
- PUBLICACIÓN N° 48: *Informe ecológico sobre la provincia de Córdoba*, por Juan Papadakis.
- PUBLICACIÓN N° 49: *Mapa de erosión de los suelos de la región Pampeana. 2ª contribución: Partido de Villarino (Prov. de Buenos Aires)*, por Luis A. Tallarico, Casiano V. Quevedo, Antonio J. Prego, Carlos A. Bellón y José E. Calcagno.
- PUBLICACIÓN N° 50: *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de Tucumán y sus causas*, por A. L. De Fina, A. J. Garbosky, D. Hemsy y J. G. Poll.
- PUBLICACIÓN N° 51: *Ensayo Edafológico sobre la Antártida Argentina*, por Rubén H. Molino.