REVISTA
DE
INVESTIGACIONES AGRICOLAS

Tomo XVI Buenos Aires, 1962 Número 3

Los suelos del Delta del río Paraná

Factores generadores, clasificación y uso [1]

POR CONSTANTE G. BONFILS [2]

I. INTRODUCCION

La gran importancia que tiene el Delta como región forestal, principalmente, y la circunstancia de que no exista todavía un inventario sobre sus recursos edáficos, motivan la presentación de esta memoria que traduce el resultado del reconocimiento efectuado en el área inundable.

Se intenta explicar con la mejor voluntad posible el proceso de la formación de los suelos, su clasificación genética y las consecuencias prácticas que derivan del uso de la tierra. Tal es, pues, la orientación fijada a esta contribución, que el autor ha desarrollado con la idea de que pueda prestar alguna utilidad como antecedente para la formulación de planes de aprovechamiento de la tierra, o bien como elemento de información para personas de diferente nivel de preparación, interesadas en el conocimiento de las modalidades de los suelos regionales. No hay, sin embargo, ni se pretende indicar, por razones de escala, detalles respecto del carácter y productividad actual o potencial de una propiedad en particular.

Se excavaron numerosas calicatas para el examen del suelo y, con igual propósito, también se realizó gran cantidad de observaciones a barreno y otras, utilizando los taludes de las zanjas de desagües, horquetas, etc. El estudio del suelo y su representación cartográfica, en términos generales, se desarrolló según las normas que son de aplicación corriente en el Servicio de Conservación de Suelos de los EE. UU. Se utilizó cartografía de diferente escala, de acuerdo con las disponibilidades del momento.

[1] Trabajo aprobado para su publicación en diciembre de 1960.

[2] Edafólogo del Instituto de Suelos y Agrotecnia. INTA.

Acompañan a la memoria una carta de asociaciones de suelos y otra sobre el uso actual de la tierra, elaboradas en escala 1:500.000. Asimismo se agregan dos cartas en escala 1:1.000.000, sobre regiones geomorfológicas y de vegetación, y también un bosquejo sobre materiales originarios en 1 : 5.000.000.

Prestaron su cooperación como responsables en la conducción de las tareas analíticas de laboratorio los ingenieros agrónomos ANTONIO C. FERREIRO y JULIO OLIVERI y el técnico químico ALBERTO ASENSIO. También hay que señalar la participación de los cartógrafos ADOLFO A. DANIELE y OSCAR MENINI y de las auxiliares AFRA L. GARINO, MABEL L. BOTTA y computista ANA M. IORIO.

El autor agradece a los ingenieros agrónomos CARLOS R. O. MIACZYNSKI y LEONARDO HALPERIN la gentileza de revisar los originales y haber traducido al inglés el sumario de la presente monografía.

II. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA

A) SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El delta del río Paraná abarca una superficie considerable de tierras bajas, situadas primordialmente en el NE de la provincia de Buenos Aires y extremo austral de Entre Ríos, entre los 32°5′ y 34°29′ de latitud S y 58°22′ y 60°45′ de longitud W [1]. Su nacimiento tiene lugar en las cercanías de la ciudad entrerriana de Diamante y termina virtualmente en la embocadura del río de la Plata [2]. Las tierras del-

[1] En 1949, el Poder Ejecutivo de la Nación fijó el límite SE del Delta sobre el río de la Plata, desde su nacimiento a la altura del mojón nº 44 del M. O. P. — prolongación de la calle Domingo Repetto de la localidad de San Isidro — km 18.800 del Canal Costanero, hasta el km 104 del Canal del Este. Decreto Nº 11.354. Buenos Aires, 13/V/49.

[2] DE MOUSSY, en un mapa publicado en 1865 (figura 1), define como « Delta du Paraná » toda la región inundable aguas abajo de Diamante (HELBLING et al. 1945).

SCHULTZ (1919), indica que : « El Delta de la mesopotamia argentina empieza en el punto en que el río Paraná se bifurca en dos brazos (el Paraná Guazú y el Paraná de las Palmas)... ».

KÜHN (1922), señala que : Aguas abajo de Diamante principia ya la formación del delta del curso inferior ».

MAC DONAGH describe en notas al *Tempe* de Sastre (1938), que: « Podía situarse el comienzo del Delta cerca del límite entre las provincias de Santa Fe y de Buenos Aires, donde se separan el Paraná Pavón y el Paraná Guazú. Sin embargo, el riacho Victoria, aun más al norte, ya pertenece al mismo sistema ».

WAUTERS (1939) : « En un delta que desde el Diamante hasta la boca del Guazú... ».

SOLDANO (1947), señala : « Aguas abajo del Diamante se extiende el Delta terminal del Paraná... ».

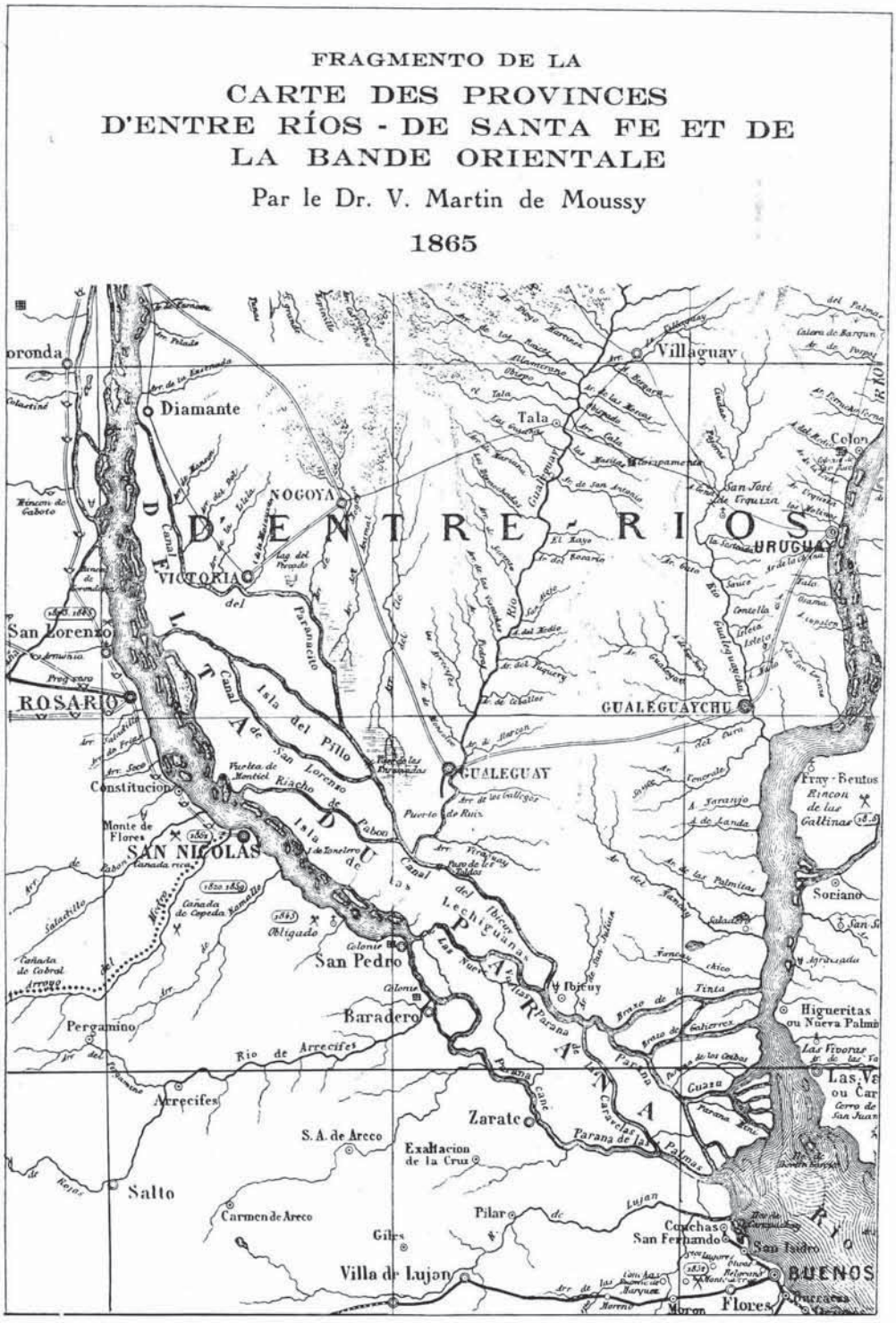


Fig. 1. — Reproducción fotográfica de un fragmento del original, donde puede observarse la región deltaica (Tomado de Helbling et al. 1945)

taicas, incluyendo islas y anegadizos, se extienden prácticamente desde el pie de la barranca principal del río Paraná hasta la línea oriental o límite a partir del cual emergen los campos altos o barranca muerta de los departamentos mesopotámicos de Victoria, Gualeguay y Gualeguaychú [1].

Se calcula en 17.500 km² la superficie del Delta, correspondiendo el 60 % a las islas formadas por aluviamiento deltaico y el resto a tierra firme anegadiza [2]. Su longitud desde Diamante hasta la boca del Guazú, por el talweg de su corriente principal, se estima en 414 kilómetros; el ancho mínimo es de 14 km en el punto de origen, y el máximo de 90 km, medido desde la boca del arroyo Ñancay a su homóloga del río Luján (WAUTERS, 1939).

Del área consignada, 14.750 km² calculados corresponden a la provincia de Entre Ríos, o sea el 83,7 % de la superficie total, y 2.574 km² a la jurisdicción política bonaerense, esto es, el 16,3 % [3]. Es muy probable que en esta última, principalmente, el área insular sufra en el futuro importantes modificaciones, como consecuencia de la alteración de los actuales límites australes del Delta por el constante avance en aguas platenses. La formación de nuevas tierras por acrecentamiento aluvial de las existentes, o las originadas fuera de la línea actual de costa en la zona final de depósito (pág. 265), es un hecho incontrovertible y perfectamente conocido, y aunque parezca intrascendente por la sutileza del avance de los aluviones, es, si embargo, de la mayor importancia, no solamente por lo que hace a los inconvenientes y trastornos que supone la modificación frecuente de los límites geográficos de la región, sino también por las dificultades de mantener actualizado por mucho tiempo el catastro o registro de derechos, especialmente en lo que respecta a la extensión y valor de la propiedad (BONFILS, 1954).

[1] La ley de la provincia de Entre Ríos, del 28 de enero de 1897, califica como *islas* o *anegadizos* a los terrenos de aluvión formados por las aguas de los ríos Paraná y Uruguay entre sus costas y los límites de la República Oriental del Uruguay y las provincias de Santa Fe y Buenos Aires. El límite con la tierra firme, donde no hubiera sido anteriormente establecido por operaciones técnicas, será al pie de las barrancas donde las hubiera, o la línea de creciente media, donde aquellas no existieran (Provincia de Entre Ríos, 1922).

[2] Habría que considerar aún los bañados santafesinos situados entre Coronda y Diamante, con lo cual la superficie total del complejo deltaico, incluyendo islas y anegadizos, se elevaría a 18.000 km², aproximadamente.

[3] Datos del Instituto Geográfico Militar para las islas bonaerenses. Mapa de la República Argentina, División Política. Escala 1 : 5.000.000. 1958.

B) Geología y geomorfología

a) *Geología.* — En el país no existe hasta ahora una investigación específica y completa sobre la geología regional. Hay solamente estudios sumarios o publicaciones que se relacionan con el tema, basados en trabajos generales realizados por terceros. Entre otros, deben mencionarse los publicados por Ameghino (1881), Burckhart (1907) y Hirschhorn (1927). Este último autor, apoyándose en Ameghino (1910), señala la secuencia de etapas que ha ido recorriendo en su formación el delta del río Paraná, a saber:

1) *Etapa de los bancos mariños.* Estas acumulaciones se han formado como consecuencia de cinco ingresiones del océano Atlántico. La existencia de depósitos marinos se ha comprobado mediante sondeos hechos en numerosas islas.

2) *Etapa de los bancos fluviales.* En esta etapa los sedimentos que arrastran las aguas del río Paraná se depositan gradualmente. Esta acumulación fue evidentemente al principio más rápida por influencia de las aguas del mar, pero en la actualidad la sedimentación tiene lugar independientemente de la existencia de los electrólitos marinos.

3) *Etapa de la vegetación y del albardonamiento.* Con ésta, que se cumple en ambiente de aguas dulces, culmina el desarrollo del terreno. Los hechos fundamentales son el nacimiento de la vegetación sobre el banco de arena aún semisumergido (pág. 287) y la acumulación simultánea de limos fluviales, principalmente en el borde insular por acción de las aguas de marea y de creciente.

La antigüedad geológica del Delta puede calcularse sobre la base de la atribuída al río Paraná, estimada en 150.000 años según Holmberg [1].

Para ilustrar las características geológicas de la región se acompaña el perfil de una perforación efectuada en la playa del taller del varadero de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires (fig. 2), con datos reunidos por el autor en 1942, del Archivo del ex Servicio Hidrogeológico de la Dirección de Minas y Geología del Ministerio de Agricultura de la Nación [2].

De 0 a 29 metros corresponde una asociación de capas de arena y arcilla, que representan a los depósitos aluviales recientes y al Puelchense (Plioceno sup.). De 29 a 146 metros aparecen areniscas y

[1] Citado por L. F. Oribe: *El Río Paraná Protagonista.* 1959. Santa Fe.

[2] Información proporcionada por la Dra. C. S. de Pandolfi y geólogo J. R. Guiñazú.

bancos arcillosos del Mioceno (Terciario medio); esta formación descansa sobre las rocas del basamento cristalino.

Los depósitos marinos pocas veces afloran en la comarca, debiendo señalarse que la mayoría de ellos se han caracterizado sólamente a través de sondeos. En algunos parajes situados en la región predéltica (departamentos de Gualeguay [1] y Gualeguaychú[2]), aparecen, en o muy cerca de la superficie, extensos bancos de conchillas que indican la invasión del área continental mesopotámica por aguas marinas querandinas. Algunos autores señalan a San Pedro como el límite terminal de esta ingresión (WINDHAUSEN, 1931), pero es probable que la misma se haya extendido algo más hacia el norte todavía, acaso hasta la isla del Pillo, situada entre Victoria y San Lorenzo. En otra perforación efectuada en la zona jurisdiccional de islas se han atravesado primeramente los depósitos aluviales arenosos y arcillosos de un espesor de 10 a 15 metros, asentados sobre la formación marina arcillosa de color gris verdosa, que se caracteriza por contener gran cantidad de bivalvos y gasterópodos. Este depósito marino tiene un espesor de 15 a 20 metros de promedio y descansa en discordancia sobre las arenas Puelchenses, las que a su vez se apoyan sobre las areniscas del Mioceno.

Las condiciones hidrogeológicas aparentan ser muy uniformes, de acuerdo con los datos obtenidos al respecto. Las perforaciones efectuadas en las proximidades de Tigre (río Barquita) dieron los siguientes resultados:

Primera perforación, profundidad total: 40,80 m.

Primera capa.....	1,50 m;	agua dulce
Segunda »	13,50 m;	agua dulce
Tercera »	28,40 m;	agua salobre

Segunda perforación; profundidad total: 87,28 m.

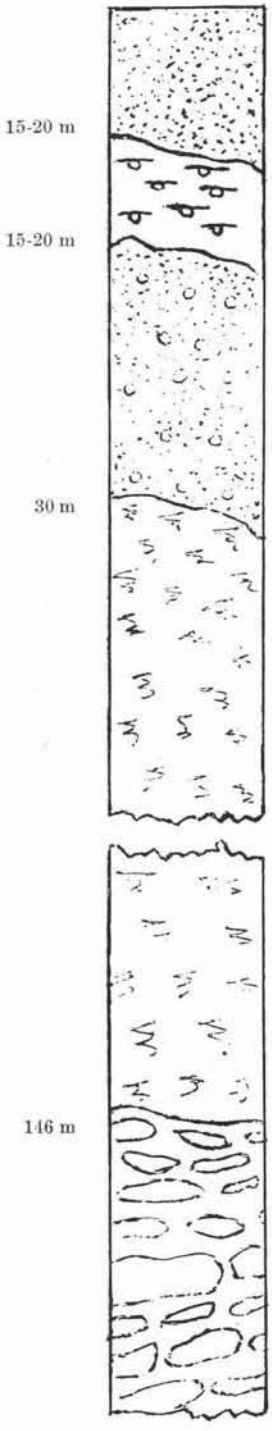
Primera capa.....	1,20 m;	agua dulce
Segunda »	13,25 m;	agua dulce
Tercera »	29 m:	agua salobre

Tercera perforación; profundidad total: 130,80 m.

Primera capa.....	1,50 m;	agua dulce
Segunda »	14,50 m;	agua dulce
Tercera »	29,05 m;	agua salobre

[1] Puerto Ruiz.

[2] Distrito La Conchera, establecimiento La Calera, y también, según comunicación verbal del Dr. Á. SIRAGUSA. en arroyo Martínez.



Arenas aluviales y depósitos palustres
(Reciente)

Depósitos marinos Querandinenses
(Holoceno)

Arenas Puelchenses
(Plioceno superior)

Areniscas y arcillas coloradas
(Mioceno)

Basamento cristalino
(Precámbrico)

Fig. 2. — Perfil geológico del terreno insular

Como puede advertirse, la primera y segunda capas son dulces, mientras que la tercera es salada, porque, invariablemente, esta última se encuentra en los depósitos arcillosos marinos, lo que está de acuerdo con las condiciones geológicas regionales.

b) *Geomorfología.* — Geomorfológicamente considerada, la región geográfica es un delta fluvial formado en el lugar en que antiguamente desembocaba el río Paraná, debiendo considerarse este que se menciona como un caso poco común, por tratarse de un delta que desemboca directamente en otro río y no en el mar, como acontece con los deltas marinos del Nilo, Mississippi, etc. Por esta razón no hay vegetación halófila, ni la gama de suelos halomórficos que caracterizan el paisaje de las marismas deltaicas [1].

Los deltas se forman por los depósitos que dejan los ríos cuando éstos alcanzan su nivel de base en lugares de aguas poco profundas y de escaso poder de agitación, como suelen ser las bahías, ensenadas, etc.

Cuando un río desemboca en las condiciones señaladas, su corriente pierde velocidad y los materiales que transporta se depositan más o menos rápidamente hasta provocar el afloramiento de una barra o banco transversal de limo, que más tarde el propio río removerá en su esfuerzo por encontrar otras salidas. De este modo se forman islas y brazos nuevos, cuyo número aumentará paralelamente con la repetición del proceso [2].

En el río Paraná la primera barra o depósito aluvional que señaló el origen del Delta se produjo a pocos kilómetros al sur de Diamante,

[1] Suelos halomórficos se observan en los bajíos ribereños y en el predelta (pág. 355). En las islas pueden sin embargo señalarse áreas insignificantes de suelos salinos y también alcalinos no salinos (BONFILS, 1945).

[2] El ciclo deltaico se inicia cuando en la zona de la desembocadura de un río las mareas y las corrientes litorales son insignificantes para arrastrar adentro el sedimento aluvial. La sucesión de etapas, es la siguiente :

a) Las fracciones más gruesas se depositan paralelamente en el fondo, constituyendo estas primeras acumulaciones subáculos los depósitos basales o anteriores « top set bed », según TROWBRIDGE, 1930.

b) Con el avance del delta, se producen nuevas e importantes acumulaciones durante las crecientes, formándose aguas arriba una planicie inundable y, en sentido opuesto, los depósitos frontales o « foreset bed ».

c) Cuando las aguas recobran su nivel, el río aporta sedimentos finos formando las capas dorsales o depósitos finales o « botton set bed ». La figura 3 ilustra la relación expuesta.

INCARNATO (1944) desarrolla estos conceptos aplicándolos al río de la Plata, al cual considera también un delta actualmente sumergido.

en cuya jurisdicción territorial desembocaba el río primitivamente, según AMEGHINO (1881 y 1910). En este paraje, y por afloramiento de los primitivos bancos, se producen las primeras bifurcaciones y, con ello, el nacimiento del Delta o delta antiguo, que se extiende hasta San Pedro en un ambiente palustre de riachos, islas y anegadizos. La aparición de las primeras barras en la antigua boca del Paraná, determina la prolongación virtual de su longitud, que vuelve a incrementarse cuando el río al abanicarse divide su curso en varios brazos y en multitud de riachos y arroyos que actualmente siguen prolongando el cauce en jurisdicción del río de la Plata, formando el bajo Delta a partir aproximadamente de San Pedro. El proceso sedimentario que originó los depósitos aluvionales parece no haber terminado aún, existiendo razones en efecto, para admitir que el doble proceso de erosión y acumulación no se ha detenido y que la

Fig. 3. — Corte vertical de los sedimentos de un delta : T, capas de la serie superior F, capas delanteras ; B, capas del fondo. (Según Holmes, 1951).

estabilidad o equilibrio definitivo del terreno no ha sido alcanzado aún. Basta consignar en apoyo de esta tesis la aparición periódica de nuevas islas y el sutil ascenso del terreno en otras de reciente formación (figs. 20 y 22).

El crecimiento del Delta se halla sujeto, como en todas las formaciones geológicas similares, a la cantidad de sedimentos aportados por el río, velocidad del agua, régimen de las corrientes costeras, etc. El delta del Pó en Italia avanza 70 metros al año aproximadamente; el del Mississippi 80 metros, pero en general, el proceso de avance es mucho más lento. En la región es un hecho tangible el avance de los aluviones río abajo. En un mapa diseñado en el siglo próximo pasado por MUÑIZ (1818), puede observarse que la antigua línea de costa se encontraba a la altura de los arroyos Caracoles y Morán (figura 5). SOLDANO (1947), al comentar esta cuestión, sostiene que en el año 1946, aquélla se encontraba a más de 9 kilómetros al este, lo que representa, según este último autor, un avance medio de 70 metros por año. I. ICIKSON y el autor, en 1947, comprobaron durante el reconocimiento catastral de las tierras deltaicas bonaerense que, en el sector de los "aluvionales", éstos, en unos casos, se habían internado en el río de la Plata 1300 metros con relación a la antigua línea de

costa establecida en 1925, lo que representa un avance promedio de casi 60 metros por año. Wauters (1939), señala 45 metros al año observado entre Tres Bocas y el río Luján.

La altura del terreno sobre el nivel del mar es muy variable y depende primordialmente del carácter y grado de desarrollo alcanzado por el mismo, pero, en términos amplios, puede afirmarse que los suelos inundables están comprendidos entre las cotas menores de 1 y 12 metros sobre el nivel medio del mar, correspondiendo principalmente entre 10 y 4 metros a los terrenos predélticos de origen estuárico (fig. 17). El cuadro siguiente señala la altura sobre el nivel del mar de algunos puntos.

CUADRO 1

Altura sobre el nivel del mar en distintos lugares de la región déltica [1]

Sector insular	
Islas Lechiguanas	3,5 m
Idem	2,8 »
Isla Manfaro	4,4 »
Hidrógrafo arroyo Laureles	3,3 »
Isla Romero	3,3 »
Isla Baradero	2,8 »
Aluvionales platenses (M.O.P.)	1,0 » [2]
Sector « tierra firme » (Predelta y bajíos ribereños)	
Gualeguay	12 m
Puerto Ruiz (F.G.U.)	6 »
Estación Berisso (F.G.U.)	8,3 »
Campo Marcos Guerra	7,3 »
Estación Médanos	10,4 »
Puente arroyo Sauce (F.G.U.)	5,7 »
Desvío Fernández, km 374 (F.G.U.)	4,8 »
Estación Paranacito	9 »
Holt	5 »
Zárate (Embarcadero « ferry-boat »)	3,2 » [2]
Puerto Ibicuy	4 »
Rincón de Milberg (Tigre)	1,8 »
Benavídez	2,1 »
El Talar	20,4 »

[1] Datos del Instituto Geográfico Militar (1945).

[2] Cotas referidas al *cero* del mareógrafo del Riachuelo; para asimilarlas a los valores del nivel medio del mar hay que restarles la cantidad fija de 0,5558 m. (Instituto Geográfico Militar, 1920).

Fig. 4. — Abanico aluvial en el frente de avance del Delta en el año 1956. (Foto I. G. M.)

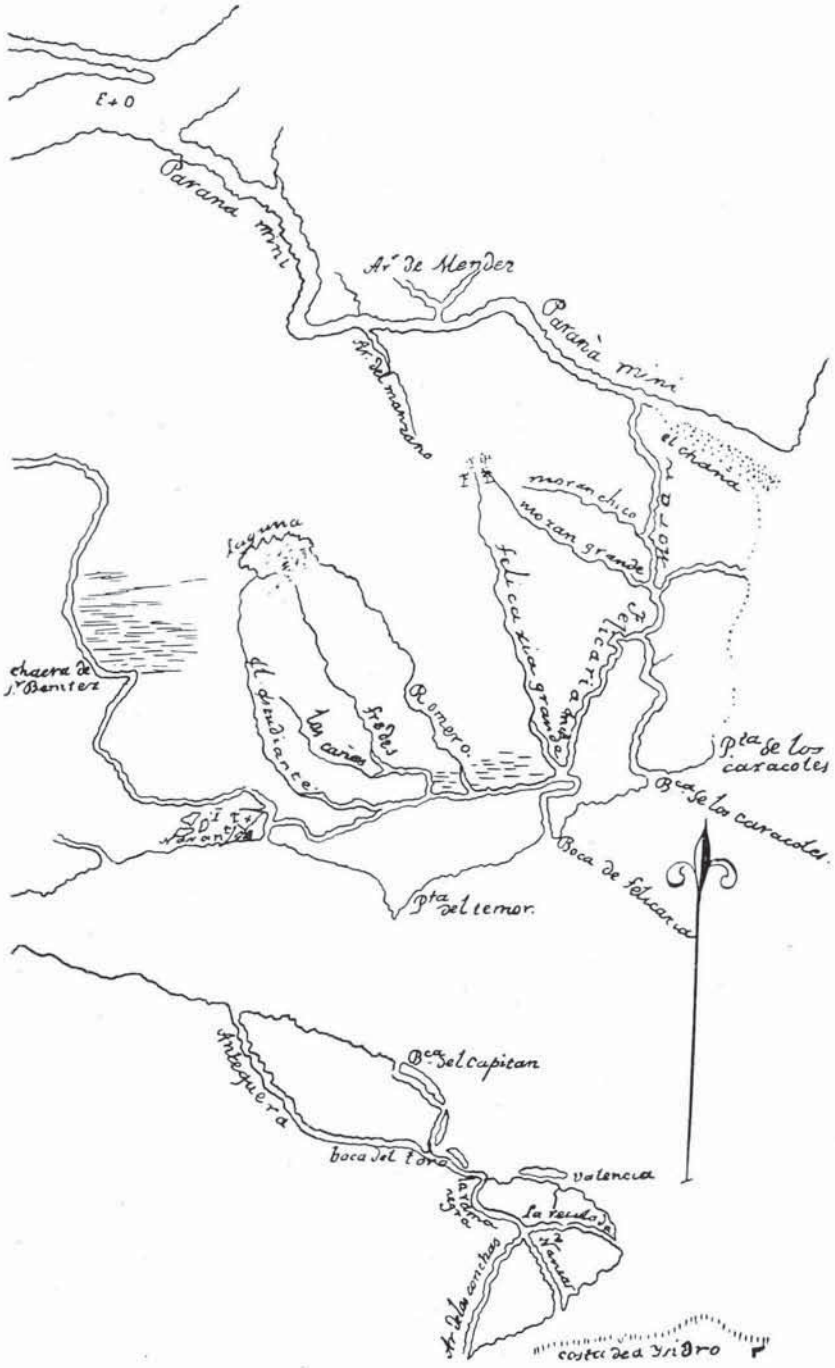


Fig. 5. — Reproducción parcial facsimilar de la región del Delta en 1818 (Tomado de Soldano)

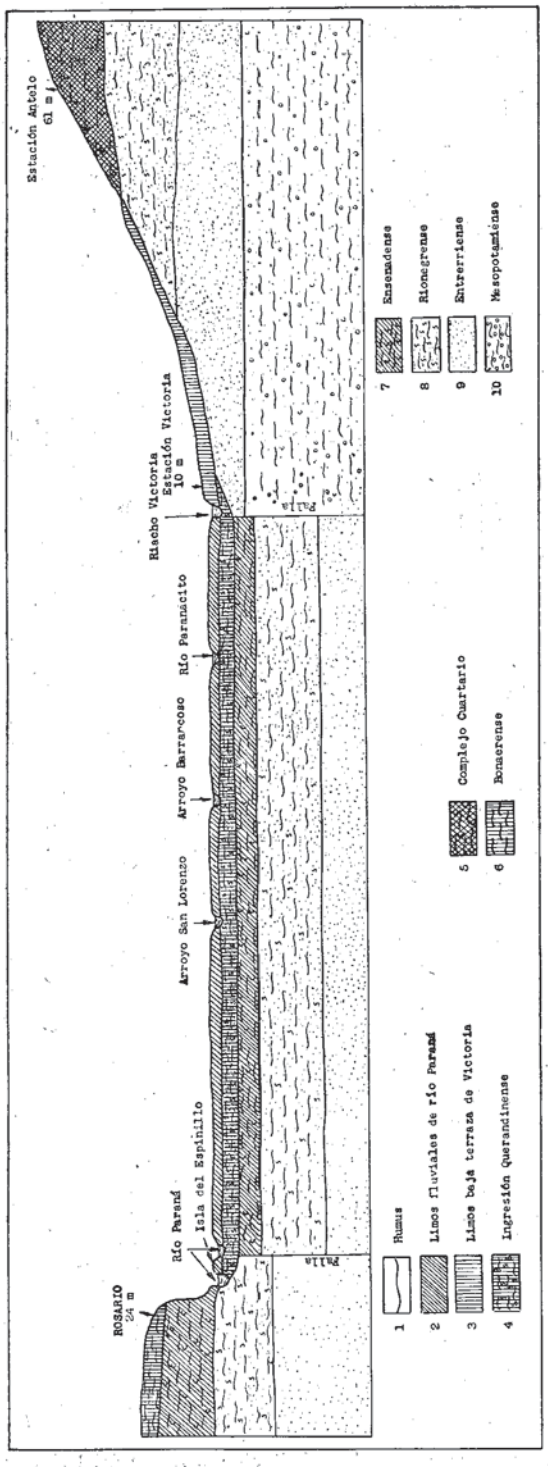


Fig. 6. — Perfil geológico transversal del Delta entre Rosario y Victoria, según Siragusa

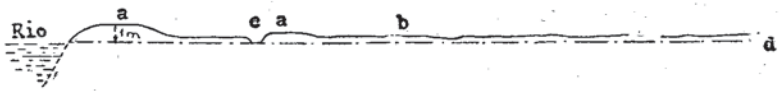
El relieve es bajo y frecuentemente ahogado, pero la conformación topográfica no es, sin embargo, igual en toda la región, difiriendo substancialmente el relieve del sector insular de la zona final de depósito, de su similar del delta antiguo. También debe recordarse, como expresión distinta, la topografía del predelta. Estas diferencias de relieve, unidas a otros aspectos importantes que hacen al desarrollo del paisaje, tales como accidentes hidrográficos, médanos, litología, origen, consecuencias de las inundaciones, etc., permiten en principio distinguir cuatro unidades o regiones geomorfológicas que se describen a continuación:

1) *Bajo Delta.* Es el sector donde más ríos y arroyos existen, debiendo señalarse la juventud del área y su crecimiento continuo hacia el río de la Plata. El relieve es plano-cóncavo, con islas cubetiformes bien desarrolladas, en las cuales existe un borde elevado denominado *albardón,* que recibe con intervalo muy espaciado aportes de sedimentos frescos, y otra parte central subanegada o *pajonal,* más receptiva en aportes; ambos sectores representan, respectivamente, el 20 y el 80 % del área total de la isla (fig. 28). El relieve adquiere esta configuración debido primordialmente al régimen fluvial característico de esta región. Por su proximidad con el río, la margen insular es la parte primera y la más directamente expuesta a las inundaciones por aguas de repuntes y crecientes. Cuando las aguas se retiran, los sedimentos que no lograron depositarse son interceptados por la vegetación de los bordes, contribuyendo a que estos últimos se eleven más rápidamente con relación al resto del área. Los materiales litológicos son los limos fluviales y fluvio-lacustres pardo amarillentos.

Desde el interior del pajonal nacen arroyos con márgenes enlomadas similares a los albardones periféricos denominados localmente *horquetas.* Como las aguas de inundaciones no pueden ser eliminadas sino por medio del zanjeo, al quedar aquéllas retenidas en el pajonal por la barrera de albardones, se produce un verdadero colmataje que contribuye al rellenamiento del área subanegada. La altura sobre el nivel del mar puede estimarse entre 0,5 a 3 metros.

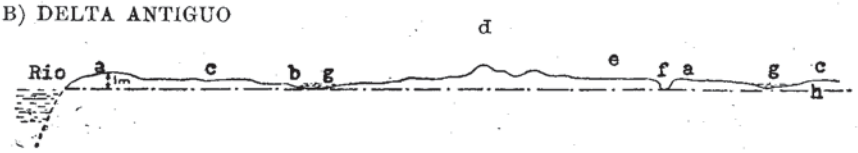
En el frente de avance del Delta y en dirección E y SE es notable cómo el aporte de materiales por los grandes ríos va produciendo el embancamiento del tramo superior del río de la Plata, formando en su lecho bancos de arena o "aluvionales" que paulatinamente surgen de las aguas y son poblados en forma sucesiva por comunidades vegetales hasta transformarse en islas nuevas. La actividad del hombre en esta parte del Delta, a saber: construcción de canales, zanjas de desagües, etc., dificultan la evolución del paisaje en los términos en que se describe su desarrollo (pág. 287). En el bajo Delta, las aguas

A) BAJO DELTA



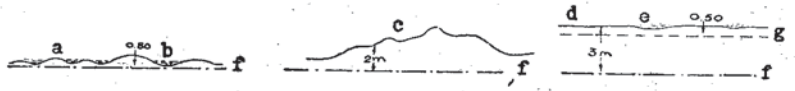
a) *Albardón*. Relieve convexo o plano con vegetación selvática y suelos gley húmicos, gley subhúmicos y aluviales en tránsito.
b) *Pajonal subanegado*. Relieve cóncavo, vegetación palustre y suelos semipantanosos.
c) *Horqueta* o arroyuelo interior albardonado ; d) *Capa de agua permanente*.

B) DELTA ANTIGUO



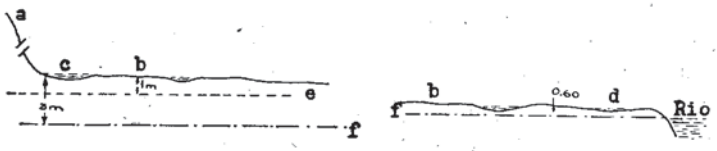
a) *Albardón*. Relieve plano-convexo con vegetación de bosques y suelos gley subhúmicos, gley húmicos y aluviales.
b) *Pajonal subanegado*. Relieve cóncavo con vegetación palustre y suelos semipantanosos.
c) *Maciegas*. Suelos gley subhúmicos con horizontes enterrados y semipantanosos en tránsito. Relieve plano-cóncavo y vegetación graminosa (*Panicum prionitis*).
d) *Médanos*. Regosoles gleizados en relieve medanoso.
e) *Praderas*. Relieve plano con vegetación graminosa y suelos gley subhúmicos y gley húmicos.
f) *Madrejón* o arroyuelo ; g) *lagunas* ; h) *Capa de agua permanente*.

C) PREDELTA



a) *Albardón*. Relieve plano o convexo con vegetación de bosques subxerófilos (*Celtis spinosa* y *Acacia caven*). Suelos gley húmicos podsolizados y gley alcalinos.
b) *Estero*. Relieve cóncavo, vegetación palustre y suelos semipantanosos.
c) *Médano*. Regosoles gleizados en relieve medanoso.
d) *Bajío extendido*. Relieve plano con vegetación de bosques subxerófilos (*Prosopis* sps. y *Acacia caven*). Suelos grumosólicos y pseudo-gley.
e) *Estero*. Relieve cóncavo con vegetación hidrófila y suelos con hidromorfismo temporario (« stagnogley »).
f) *Capa de agua permanente* ; g) *capa de agua temporaria*.

D) BAJIOS RIBEREÑOS



a) *Barranca río Paraná*. Suelos brunizems bajo vegetación graminosa y relieve ondulado.
b) *Bajíos extendidos*. Relieve plano, vegetación higro-halófila y suelos solonchak, solonetz-soloth y gley húmicos.
c) *Pajonal con aguas temporarias*. Relieve cóncavo, vegetación palustre y suelos semipantanosos o « stagnogley ».
d) *Pajonal subanegado*. Relieve cóncavo, vegetación palustre y suelos semipantanosos.
e) *Capa de agua temporaria* ; f) *capa de agua permanente*.

Fig. 7. — Distintas expresiones del relieve en la región inundable del Delta

de inundaciones permanecen brevemente sobre el terreno, siendo éstas siempre motivadas por causas dependientes del régimen hidrológico del río de la Plata. El nivel hidrométrico, en efecto, asciende cuando sopla viento del E, SE o S, y desciende con los del W y N (pág. 299). Raras veces y en contados lugares estas islas pueden ser seriamente afectadas por riadas y avenidas del río Paraná. El complejo insular abarca en este sector una superficie de más de

Fig. 8. — Barranca frente a Campana mostrando el efecto erosivo de las aguas pluviales. (Foto I. S. A.)

350.000 hectáreas. El mapa respectivo señala la situación geográfica de las regiones geomorfológicas.

2) *Delta antiguo.* En esta región y a partir de Puerto Gaboto aproximadamente, el río Paraná se adosa sobre una barranca viva que continúa aguas abajo hasta Buenos Aires. En el sector NE del Delta, aquélla se extiende hasta el arroyo Nogoyá, dejando entre el pie de la barranca y la región insular, una angosta franja inundable de tierras predeltaicas.

Las fluctuaciones en el recorrido principal del río se reflejan a través de las variaciones que muestra el área insular. Tiene una extensión aproximada de 700.000 hectáreas, predominando los mismos elementos litológicos que caracterizan el bajo Delta, y, además sedimentos arenosos fluvio-eólicos. Al norte del río Carbón, entre los ria-

chos Victoria y San Lorenzo, el terreno se caracteriza por un mal drenaje indicado por el desarrollo de una gran cantidad de lagunas, que subsisten a pesar de una red laberíntica de riachos, a los cuales su escaso desnivel no les permite actuar como drenes, sino más bien como inundantes, situación ésta que se ve agravada por la gran cantidad de camalotes que terminan por taponar el curso. Los riachos Victoria y Paranacito hacen excepción. Más hacia el sur, entre los ríos Carbón y Paraná Pavón, el área se caracteriza por la gran extensión de las islas. No hay muchos riachos y éstos, en su recorrido de NW a SE, han dejado franjas alargadas de terrenos bajos y anegadizos que encierran también algunas lagunas. La modificación de muchos cursos de agua deja cauces muertos o madrejones que pueden actuar como drenes. En la mayoría de las islas que dan expresión a este sector deltaico el relieve es chato, notándose la existencia de albardones planos, depresiones y médanos. La figura 7 da una idea sobre la geomorfología del área en esta región.

Los grandes ríos que rodean las islas Lechiguanas hacen que éstas cuenten con una posibilidad de drenaje mayor con relación a otras que carecen de accidentes hidrográficos de envergadura; hay lagunas y también algunos riachos que surcan el interior insular. Las inundaciones en el Delta antiguo son de larga duración y son siempre provocadas por avenidas y crecientes anuales del río Paraná. Los acontecimientos de 1905 y 1959 se recuerdan entre los más espectaculares en la historia regional de las inundaciones.

3) *Predelta.* Abarca un área muy grande de tierras inundables por aguas de lluvias o por las provenientes de los desbordamientos de los ríos. Los numerosos arroyos que surcan la región están cegados por encamalotamiento y sedimentación del cauce, lo que impide que puedan actuar libremente como vías naturales de desagüe. Las cotas van de 4 a 12 metros sobre el nivel medio del mar (cuadro 1).

Tiene una superficie de más de 600.000 hectáreas, accidentada por albardones y médanos que alternan en el paisaje con áreas planas muy extendidas, en las que el escurrimiento superficial está prácticamente anulado. Los primeros están representados por ondulaciones muy breves, abanicadas en suaves curvas casi paralelas, donde hay repetición frecuente de albardones y bajíos. Los médanos están constituídos por montículos de arena cuarzosa blanquecina o pequeñas elevaciones que pueden alcanzar 3 ó 4 metros de altura. Forman un gran arco que arranca desde el río Uruguay, en las proximidades de Gualeguaychú, y avanza en forma discontinua hacia el sur hasta alcanzar la zona del riacho Victoria. Correspondería según los autores (CORDINI, 1949), a una antigua línea de dunas costeras anterior

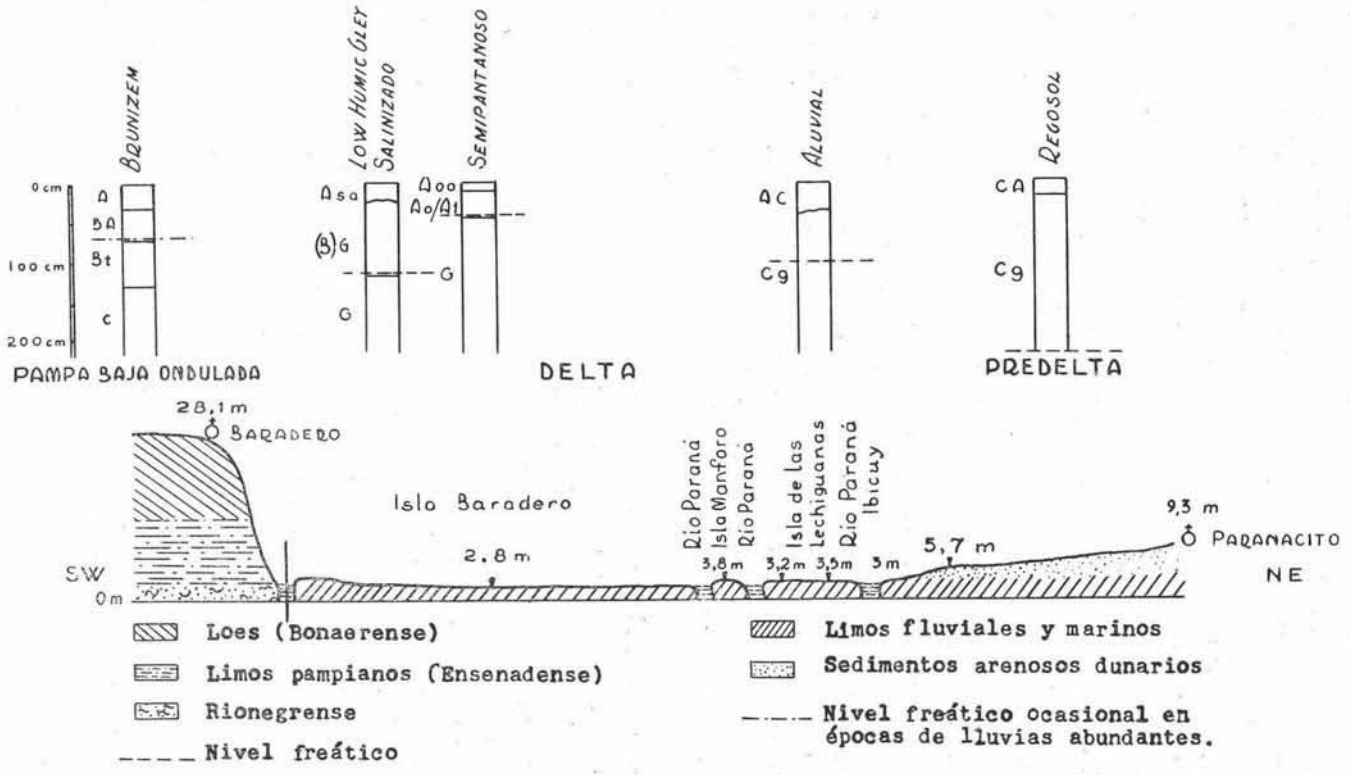


Fig. 9. — Esquema topográfico que muestra el relieve y la sucesión de suelos entre la región del Delta y la pampa baja ondulada
Escala horizontal aproximada 1 : 375.000

a la existencia del Delta e iniciada en los tiempos de la ingresión Querandina. Las áreas planas, que son las que cubren mayor extensión, son depresiones sumamente chatas que pueden encontrarse rodeadas de tierras más elevadas, sea ya en forma de albardones o de médanos; a menudo el relieve muestra pequeños hundimientos que contribuyen a dificultar más aún el escurrimiento superficial. Estas áreas desarrolladas sobre limos arcillosos reciben el aporte periódico de aguas de crecientes que depositan partículas de limo y arcilla.

4) *Bajíos ribereños.* Se extienden desde el pie de la barranca principal hacia los ríos Paraná, Luján y de la Plata, en un largo recorrido que arranca de San Pedro y termina en la región deltaica, a la altura de San Isidro [1]. Abarcan una superficie de 80.000 hectáreas, aproximadamente.

Desde su nacimiento hasta Campana, la barranca es elevada, observándose que el riacho Baradero y el río Paraná de las Palmas a veces se acercan a aquélla en forma ostensible, pero cuando éstos se retiran de la barranca dejan una franja inundable de ancho variable que penetra hacia el interior de la provincia de Buenos Aires, en los valles inferiores de los ríos Tala, Arrecifes, etc. La morfología es plana y el drenaje muy pobre. En cambio, desde Campana hasta Tigre, la barranca se interna en dirección SW, alejándose del río Paraná de las Palmas y dejando entre ella y el río Luján amplias llanuras chatas con drenaje impedido, donde, como en el caso anterior, tiene lugar la salinización y/o alcalinización del suelo por la poca profundidad en que se encuentran los sedimentos marinos Querandinos. La litología local la forman en este sector materiales post-pampianos y limos pampianos, provenientes en gran parte del derrumbe de la barranca vecina (fig. 8). Las cotas son poco desarrolladas, a menudo entre 2 y 3 metros sobre el nivel del mar; aumentan gradualmente en dirección a la terraza alta, donde hay registros de hasta 20 metros sobre el nivel del mar en la barranca próxima a El Talar.

C) HIDROGRAFÍA

Por tratarse de una zona inundable, es muy importante conocer los elementos que caracterizan el régimen hidrológico de los tres principales ríos que rodean el Delta. Su evaluación señala la medida hasta donde influyen sobre la evolución del suelo y en la marcha de la economía.

[1] Corresponderían a la terraza baja, según FRENGUELLI: *Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires.* Rev. M. O. P. de la provincia de Buenos Aires, L. E. M. I. T. Serie II. N° 33. 1950. La Plata.

REPUBLICA ARGENTINA
SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
I. N. T. A.
INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

DELTA DEL RIO PARANA

REGIONES GEOMORFOLOGICAS

ESCALA

REFERENCIAS

BAJO DELTA
Litología: limos fluviales y fluvio-lacustres.
Régimen hidrológico: anegamientos de bajas duración por mareas y sumersiones ocasionales más prolongadas por avenidas.
Relieve: plano cóncavo.

DELTA ANTIGUO
Litología: limos deltaicos fluviales y fluvio-lacustres.
Régimen hidrológico: sumersiones prolongadas por crecientes y avenidas.
Relieve: horizontal heterogéneo.

PREDELTA
Litología: limos pampianos y sedimentos dunarios.
Régimen hidrológico: anegamientos por riadas y avenidas y sumersiones prolongadas por aguas pluviales.
Relieve: heterogéneo, medanoso, plano y/o plano cóncavo.

BAJIOS RIBEREÑOS
Litología: limos pampianos y fluvio-lacustres.
Régimen hidrológico: sumersiones más o menos breves por lluvias locales, mareas y riadas del río Salado.
Relieve: plano.

SANTA FE

BUENOS AIRES

Río de la Plata

Longitud Oeste de Greenwich

- Barranca principal del Río Paraná
- Barranca muerta
- Medano
- Laguna
- Riacho
- Río
- Camino
- Canales
- Vía ferrea

MAPA BASE — DIBUJÓ: ADOLFO A. DANIELE

a) *Río Paraná.* — Es el río principal del país y el de mayor extensión en América del Sur después del Amazonas [1]. Nace en Brasil por la unión de los ríos Grande y Paranaiba, y después de recorrer casi 4.500 kilómetros, desemboca en abanico a través de numerosos brazos en el río de la Plata (fig. 4). Según SOLDANO (1947), el aporte de material

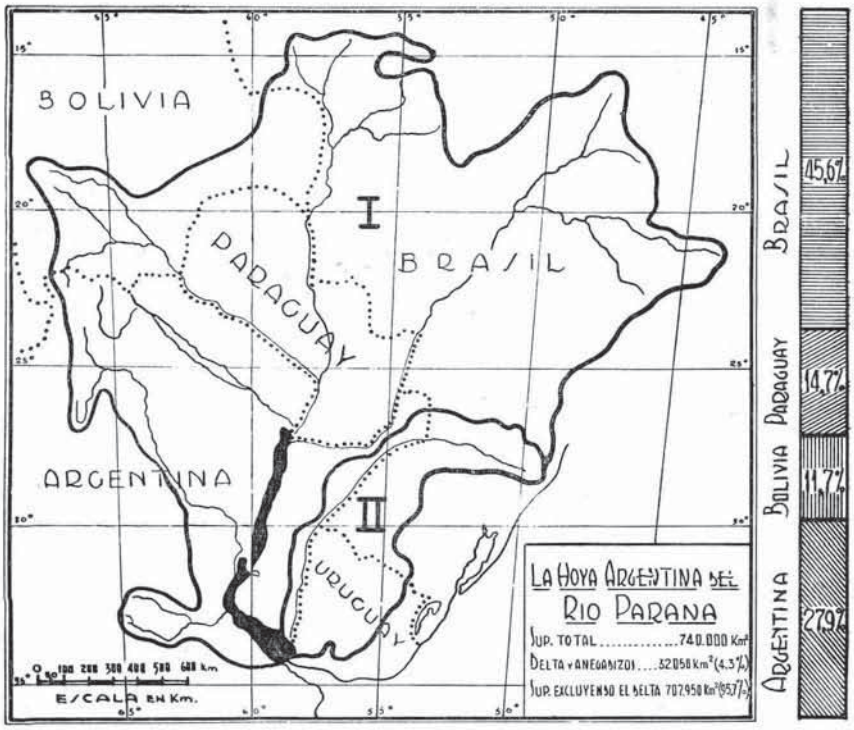


Fig. 10. — Hoyas hidrográficas de los ríos Paraná (I) y Uruguay (II) según Wauters, 1939

sólido que arrastra anualmente hasta la zona final de depósito es de 150 millones de toneladas, de los cuales, con más de 100 millones, contribuye solamente el río Bermejo, infiriéndose a través de esta esti-

[1] Su hoya hidrográfica (fig. 10) abarca una superficie de 2.647.000 km², la mayor parte de la cual, el 72,1 %, se encuentra fuera del territorio argentino, ocupando el Delta el 0,7 % de su propia cuenca, o el 1,2 %, si se incluyen los 14.850 km² de islas y anegadizos deltaicos situados aguas arriba de Diamante hasta Corrientes (fig. 10). La superficie de la hoya en la República Argentina es de 740.000 km². A su cuenca pertenecen, entre otros, los ríos Paraguay, Iguazú, Pilcomayo, Bermejo, Salado y Carcarañá.

La fuente de alimentación son las lluvias tropicales y subtropicales, cuyas precipitaciones en la mayor parte de la hoya son superiores a 1000 milímetros en promedio, pudiendo alcanzar aquéllas en algunos sectores del territorio brasileño más de 2000 milímetros, lo que ejerce una influencia preponderante en la producción de las crecientes, que CEPPI (1934) estima en un 70 a 80 % del total.

mación, que el sedimento que llega al Delta proviene en su mayor parte de la cuenca subandina del NW argentino y del sector boliviano, que representa apenas el 11,7 % de la superficie total de la hoya (fig. 10). Las aguas del río Paraná deben considerarse relativamente limpias, si se tiene en cuenta que sólo llevan en suspensión 70 gramos de sedimentos por metro cúbico, que puede aumentar a 200 en las riadas (FOSTER, 1902). El río Nilo, según RISLER y WERY (1931), lleva 312 gramos de materia en suspensión por metro cúbico en época de aguas medias.

1) *Régimen hidrológico.* El régimen hidrológico del río Paraná es uniforme a lo largo de su recorrido, mostrando un período de ba-

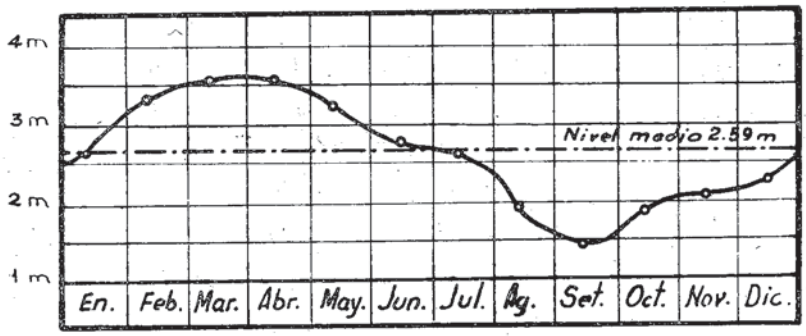


Fig. 11. — Régimen hidrológico del río Paraná. Curva del movimiento medio anual frente a Rosario (Tomado de Soldano, 1947)

jante, con aguas mínimas, en agosto-septiembre, y otro de creciente, con alturas máximas, en febrero-marzo en el curso superior y marzo-abril en la región deltaica (fig. 11). No es el Paraná un curso de régimen netamente fluvial, pues hasta San Pedro recibe la influencia de las mareas provenientes del río de la Plata, las que, inclusive, pueden ocasionalmente hacerse sentir también hasta Rosario. SOLDANO (1947) demuestra a través de curvas del movimiento anual medio para diferentes lugares, la continuidad del régimen hidrológico del río en todo su curso y la uniforme periodicidad y efecto decisivo que le confieren al mismo las lluvias tropicales del Brasil frente a otras importantes, como las producidas en la subcuenca del río Paraguay, que sólo excepcionalmente influyen en el valor de las alturas del río Paraná, como ocurrió en 1905 [1].

2) *Consecuencias edáficas y económicas de las fluctuaciones hidrométricas.* Las lluvias registradas principalmente en la cuenca brasile-

[1] Más informaciones en REPOSINI, J., *Memoria sobre el río Paraná.* Bol. M.O.P. de la Rep. Arg. 1913. Buenos Aires.

ña dan la pauta de la manera como evolucionará el río aguas abajo y permiten, asimismo, formular con suficiente anticipación un pronóstico de creciente y la fecha probable de culminación. Puede calcularse entre 30 y 40 días el tiempo que tarda la riada en llegar al Delta, cuando ésta comienza a desarrollarse en Puerto Iguazú, permitiendo así tomar todas las precauciones para evitar las consecuencias de un desastre, como ocurrió con la creciente excepcional de 1905, cuyas aguas alcanzaron en Paraná la altura máxima de 6,84 m y en Rosario 6,04 m; en Zárate, con aguas sometidas a la influencia de las mareas, su nivel alcanzó a 3 m. Esta creciente adquirió proporciones colosales, inundando en ambas márgenes y durante mucho tiempo áreas muy extensas, incluyendo todo el Delta y lugares que normalmente no fueron nunca alcanzados por las aguas. En islas del Ibicuy, según referencias de viejos pobladores, los albardones más altos quedaron sumergidos por más de 1,50 m durante varios meses (BONEILS, 1936). Esta marca fue superada por las grandes inundaciones de 1959, a la cual concurrieron otros factores, como se verá. En la historia de las crecientes del río Paraná pueden recordarse, entre otras, las que se señalan en el cuadro 2.

CUADRO 2

Régimen hidrológico del río Paraná

Alturas máximas en metros alcanzadas en algunas crecientes

Lugar	Años					
	1905	1922	1929	1946	1957	1959
Puerto Iguazú	20,25	25,80	30,94	27,86	26,42	23,90
Posadas	7,32	4,25	5,47	4,83	4,44	4,03
Corrientes	8,52	6,37	7,41	6,76	6,61	6,77
Paraná	6,84	4,88	6,00	5,20	5,04	5,53
Diamante	6,87	5,16	6,10	5,52	5,30	5,71
Rosario	6,04	4,50	5,17	4,44	4,55	4,92
Ramallo	5,58	3,94	4,30	3,68	3,48	4,44
San Pedro	5,16	3,50	3,82	3,25	2,90	4,10
Ibicuy	4,65	—	—	2,80	—	—
Zárate	3,00	3,00	2,65	1,70	1,90	3,04

Estos valores constituyen una significativa expresión de la escala con que las aguas altas pueden afectar la economía de las islas y comarcas extrainsulares; así, por ejemplo, en Ramallo, con un frente de islas importantes (fig. 12), cuando el hidrómetro registra 2,86 m, esta cifra ya constituye un aviso de alarma, y con 3,40 m se estima que hay sumersión casi total en las islas. En las crecientes extraor-

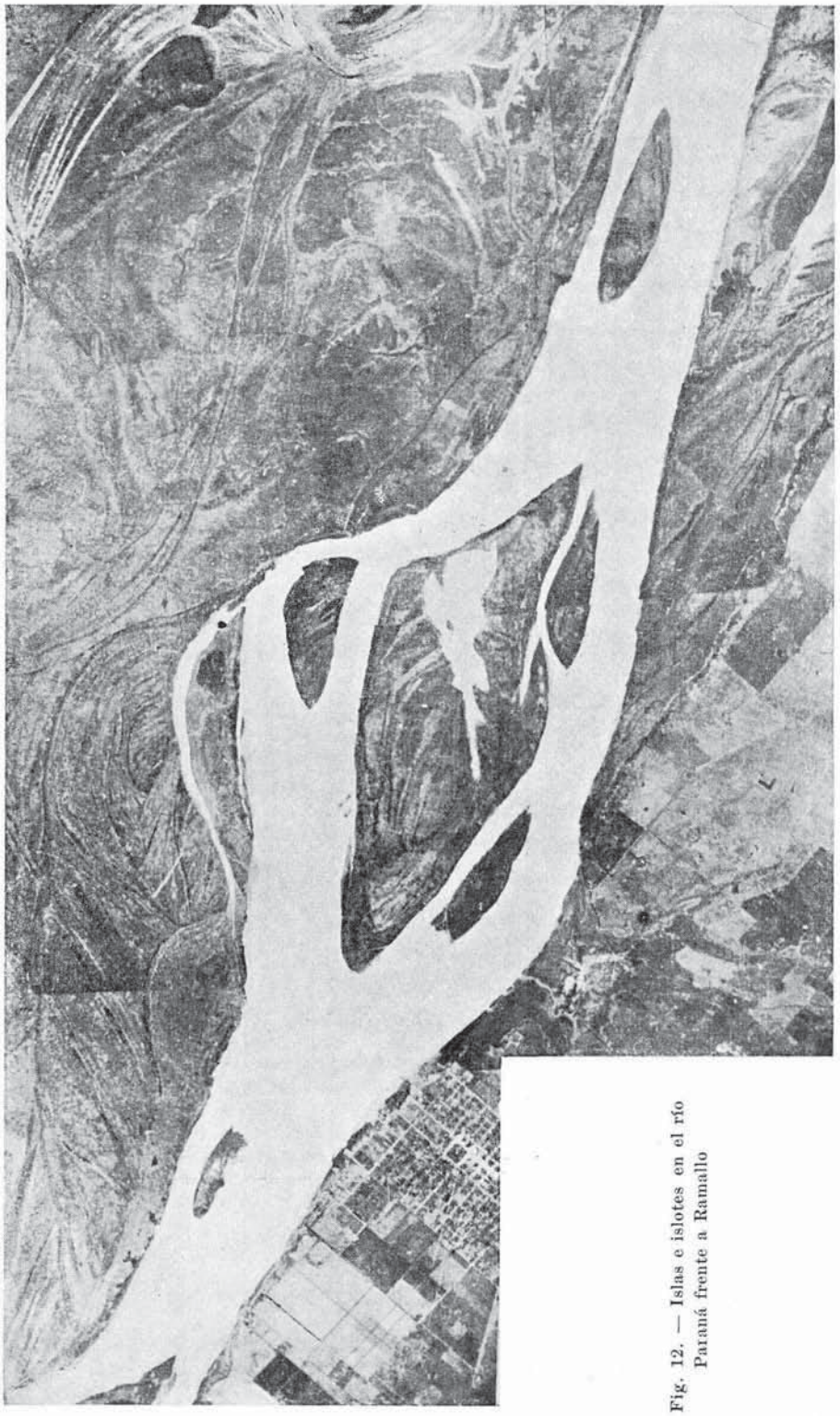


Fig. 12. — Islas e islotes en el río Paraná frente a Ramallo

dinarias de 1905 y 1929 el hidrómetro registró 5,58 y 4,30 m. En estos parajes, y sobre todo aguas arriba, el período activo de sumersión puede extenderse hasta 7 meses, pero en el bajo Delta, donde ya intervienen otros factores, el anegamiento es menos perceptible, con excepción de determinados lugares.

El efecto opuesto, el de las bajantes, es otra característica del régimen hidrológico del río Paraná. En las islas meridionales, por lo general, una bajante no influye en su economía en la medida que repercute aguas arriba de San Pedro. De 1918 a 1922 fue un período de aguas bajas, y después de la creciente extraordinaria de 1922 hubo otra bajante en 1925. La producida en 1944 fue la más extraordinaria, con niveles de aguas mínimas que superaron todas las marcas anteriores. Estas modalidades del río, limitadas principalmente al Delta antiguo, se reflejan en los suelos por características que son distintas a las que muestran sus similares del bajo Delta sometidos a la influencia de las mareas. Los suelos formados en su área de influencia tienen un régimen hídrico estacional, con períodos de larga duración de anegamiento y desecación alternante. Además, no presentan una zona de recepción de sesquióxidos claramente definida con los moteados ocres y azulados que caracterizan los suelos similares de albardón situados en el área del río de la Plata.

b) *Río Uruguay.* — Nace en la Sierra del Mar, en Brasil, y desemboca frente a Nueva Palmira, en la República Oriental del Uruguay, después de un recorrido de 1.800 kilómetros [1]. Es un río de aguas limpias, que trae término medio 20 gramos de sedimentos por metro cúbico en estiaje y 80 en época de creciente (FOSTER, 1901). Recibe la influencia de las mareas del río de la Plata hasta 250 km aproximadamente.

1) *Régimen hidrológico.* Las condiciones que rigen el caudal del río son distintas a las del Paraná, pues, mientras en este último son las lluvias tropicales del Brasil las causas decisivas de su régimen, en el río Uruguay son las lluvias de las cabeceras y las propias que tienen lugar en las zonas por donde atraviesan sus tributarios las que influyen en su estado hidrométrico y en modo particular en la producción de las crecientes. Salvo raras veces (avenida de 1959), la mayor afluencia proviene de la región subtropical, con precipitaciones de hasta casi 2.000 milímetros anuales [2].

[1] La cuenca hidrográfica (fig. 10), abarca una extensión de casi 310.000 km², siendo sus principales afluentes, entre otros, los ríos Pelotas, Canoas, Ijuhy Grande, Aguapey, Ibicuy, Miriñay, Mocoretá, Gualeguaychú y Negro.

[2] SOLDANO (1947), señala para Palmeira 1928 mm anuales.

En el río Uruguay se producen dos crecientes anuales, una en el mes de junio, y otra, la más importante, en octubre (fig. 13). Hay además una bajante pronunciada en el mes de febrero y un descenso de nivel en agosto, que no llega a configurar una verdadera bajante.

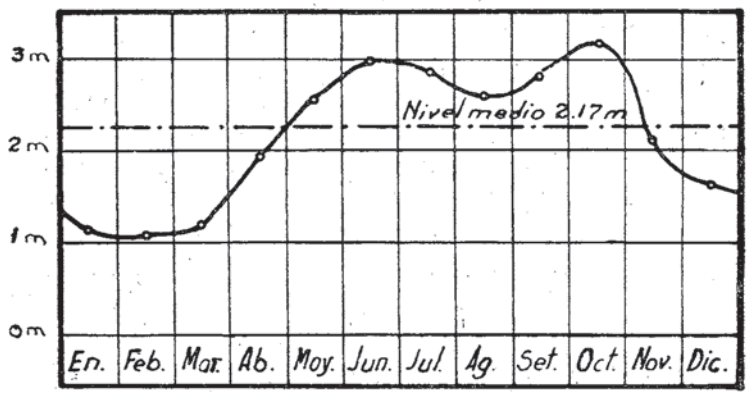


Fig. 13. — Régimen hidrológico del río Uruguay. Curva del movimiento medio anual frente a Federación (Tomado de Soldano. 1947)

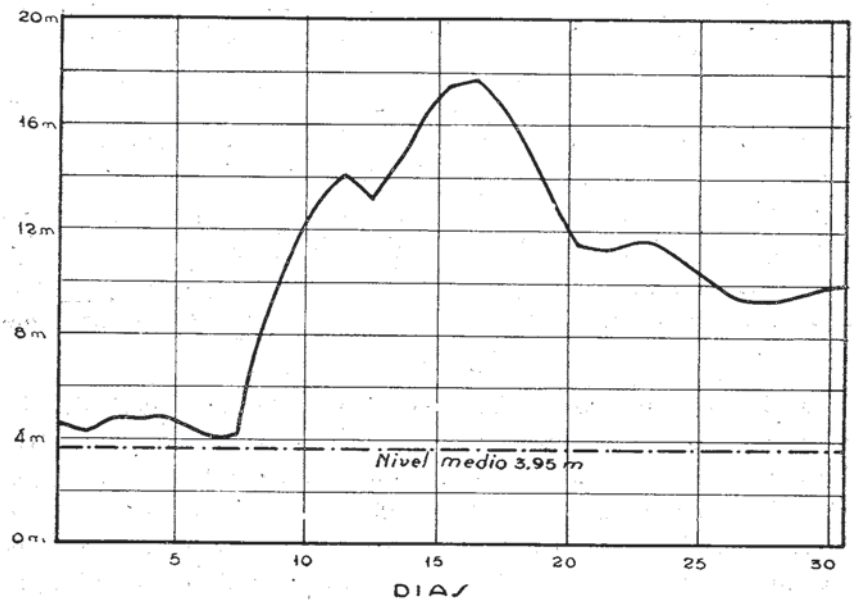


Fig. 14. — Hidrograma que indica las fluctuaciones del nivel del agua en el río Uruguay frente a Concordia, en la creciente de abril de 1959

2) *Consecuencias edáficas y económicas de las fluctuaciones hidrométricas.* Cuando la onda de creciente llega al Delta sus consecuencias normalmente distan mucho de alcanzar el nivel de daños y perjuicios que ocasionan las riadas del río Paraná. Tienen un efecto local, normalmente limitado a la costa entrerriana, y según el estado general

del río de la Plata en el momento de la culminación, raras veces la sumersión dura más de 7 días. Las fluctuaciones del nivel hidrométrico no tienen sobre el régimen hídrico del perfil las consecuencias que promueven los desbordamientos del río Paraná, porque a los mo-

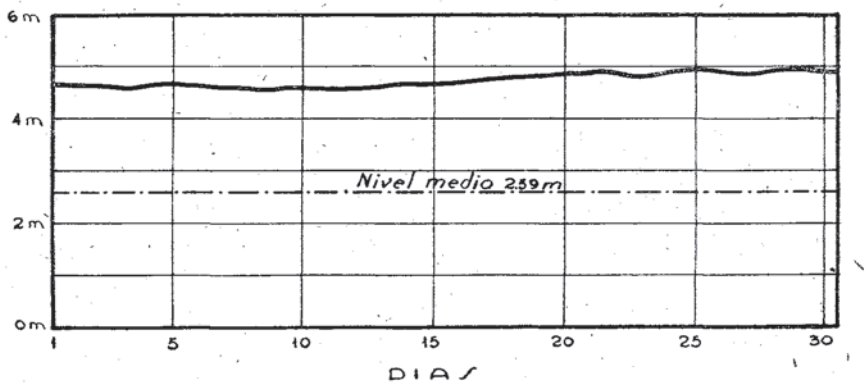


Fig. 15. — Hidrograma que señala las fluctuaciones del nivel del agua en el río Paraná, frente a Rosario, en la creciente de abril de 1959. A través del mismo puede observarse el nivel característicamente estacionario de este río durante el período de creciente.

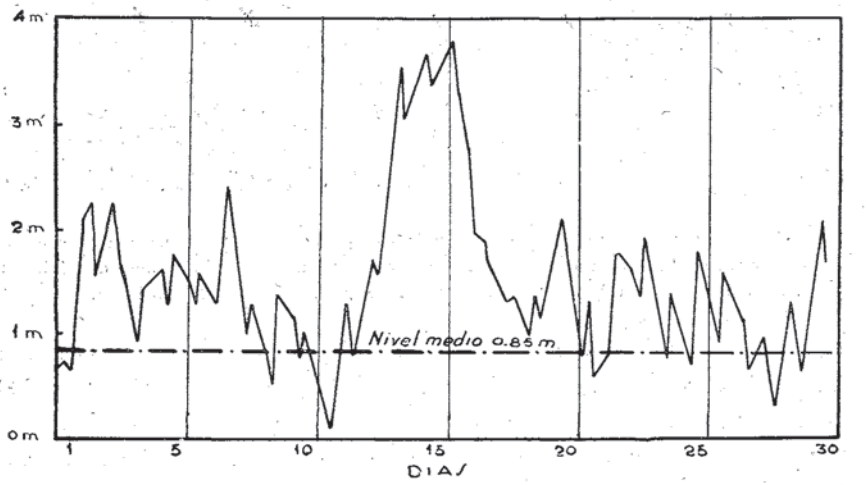


Fig. 16. — Las fluctuaciones del nivel hidrométrico del río de la Plata en el puerto de Buenos Aires en la crecida de abril de 1959

tivos ya señalados hay que agregar aún la influencia preponderante de las aguas platenses en la zona de ocurrencia.

En abril de 1959, debido a las lluvias caídas en toda la cuenca, se produjo una formidable avenida, cuyos resultados se hicieron sentir espectacularmente en el Delta, porque al efecto de aquélla se sumó el ejercido por la creciente del río Paraná y la "marea" del río de la Plata, esta última en niveles apenas superados por la de abril de

1940 (fig. 16). Por esta triple acción muchas islas próximas al río Uruguay y una gran parte del predelta quedaron sumergidos por más de tres metros de agua, y si bien la situación mejoró en algunos sectores al producirse el descenso de las aguas del río de la Plata, muchas islas entrerrianas y algunas bonaerenses continuaban todavía seriamente inundadas a los dos meses de producirse la creciente, porque el río Uruguay mantenía amenazante aún su nivel de aguas altas. Las pérdidas fueron cuantiosas y no hubo renglón alguno de la pro-

Fig. 17. — Sector del predelta en el sur de Entre Ríos, inundado espectacularmente por la gran avenida de abril de 1959. Obsérvese las líneas de albardones con árboles apenas emergiendo de las aguas. (Foto Gob. de la provincia de Entre Ríos).

ducción regional que no fuera alcanzado de modo incisivo por esta creciente colosal. En el predelta (fig. 17) se perdieron más de 30.000 cabezas de vacunos, y la producción forestal y frutícola de las islas fue muy seriamente afectada por una suma que se estimó en muchos millones de pesos [1]. También la creciente del río Uruguay provocó daños ingentes sobre poblaciones y bienes materiales aguas arriba del Delta, en escala nunca registrada en los anales de dicho río (fig. 17').

c) *Río de la Plata.* — La desembocadura del Paraná y Uruguay señalan virtualmente el nacimiento del río de la Plata. Su desarrollo longitudinal es de 300 km, con un ancho de 40 km en la naciente

[1] La Estación Experimental del Delta estimó los perjuicios económicos de las crecientes de 1958 y 1959 en 566 millones de pesos, según informe del I.N.T.A. de 10/VI/1960 al Senado de la Nación.

y 250 km en su desembocadura en el mar, entre Punta del Este y Cabo San Antonio. Se estima que la longitud originaria fue de 640 km, habiendo ganado el río Paraná aproximadamente 350 km para formar su delta (BALAY, 1958).

1) *Régimen hidrológico.* Las fuerzas que determinan su régimen hidrológico son: α) acción de los ríos afluentes; β) mareas, y γ) acción de los vientos.

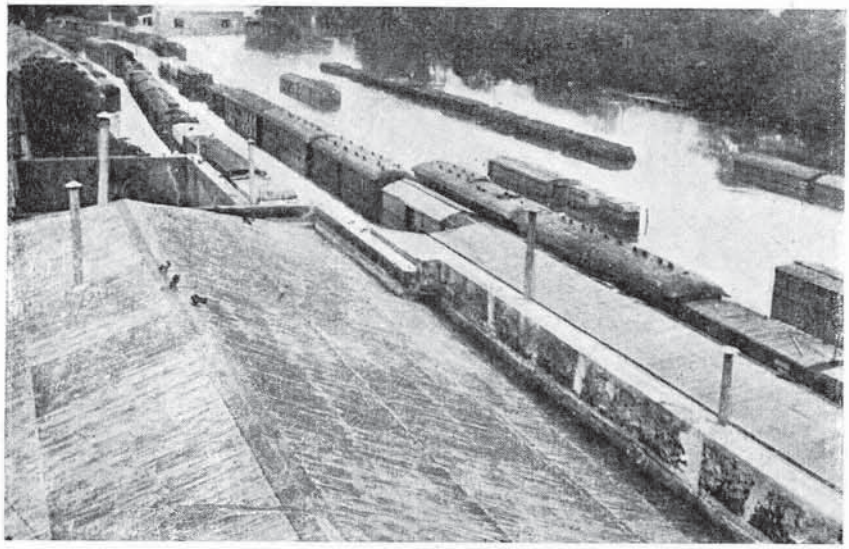


Fig. 17'. — Vagones semicubiertos por las aguas de la creciente del río Uruguay en la estación Concordia del F. N. G. U. en abril de 1959. (Foto Gob. de la provincia de Entre Ríos).

α) *Acción de los ríos afluentes:* se estima que sus efectos son de lento desarrollo y que los derrames de los ríos Paraná y Uruguay contribuyen escasamente a la elevación del nivel hidrométrico.

β) *Mareas:* son fenómenos diarios ocasionados por la penetración de las aguas del mar con la sección inferior del río de la Plata, cuyo nivel hidrométrico al aumentar, en consecuencia, propaga la marea hacia el bajo Delta, donde la misma repercute en los arroyos y ríos, promoviendo oscilaciones diarias que pueden alcanzar una altura de 70 cm. El ascenso o descenso de las aguas por influjo luni-solar es anulado a veces por la influencia de los vientos, como se verá.

γ) *Vientos:* el viento es el principal promotor y la fuerza decisiva en la producción de las grandes crecidas o "mareas" del río de la Plata, y sin él, como lo señala JAGSICH (1941), no puede haber una altera-

ción rápida y pronunciada en el nivel de sus aguas, y por extensión, en el propio de los ríos deltaicos vecinos al río de la Plata. El hidrograma que muestra la figura 16 y los valores indicados en el cuadro

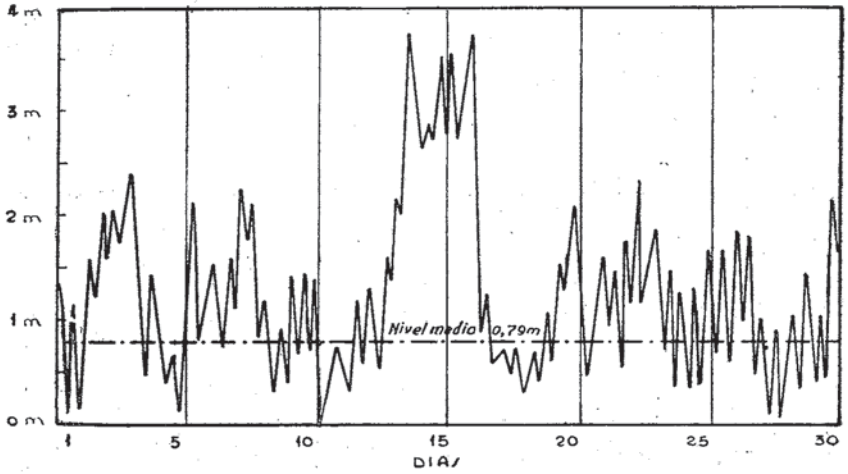


Fig. 18. — Fluctuaciones del nivel hidrométrico frente a Tigre en la gran marea de abril de 1959

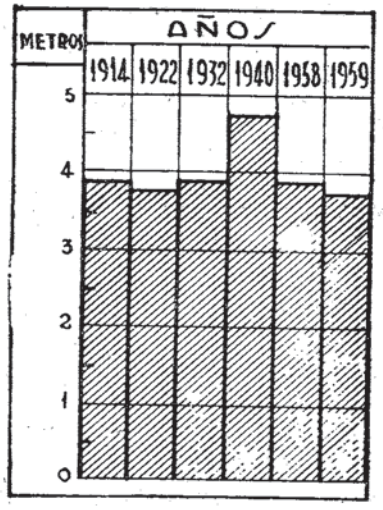


Fig. 19. — El gráfico registra las mayores alturas anuales del río de la Plata desde 1914

3 (BONFILS, 1936), señalan con elocuencia la manera como crecen y merman las aguas diariamente y a veces en forma muy rápida y saliente por acción de las fuerzas indicadas en β y γ (figs. 16 y 18).

Los desniveles que promueve la acción eólica son superiores a los habituales producidos por las mareas ordinarias, observándose que

CUADRO 3

Fluctuaciones hidrométricas del río Paranacito en Islas del Ibicuy, en metros

Enero 1936				Mayo 1936				Junio 1936			
Días	Horas			Días	Horas			Días	Horas		
	7	12	17		7	12	17		7	12	17
1....	1,60	1,40	1,28	1....	1,36	1,20	1,45	1....	1,84	1,81	1,80
2....	1,22	1,11	1,10	2....	1,04	1,03	1,02	2....	1,76	1,78	1,68
3....	1,22	1,09	1,10	3....	0,99	0,89	0,76	3....	1,57	1,51	1,45
4....	1,36	1,20	1,08	4....	0,64	0,67	0,58	4....	1,44	1,54	1,50
5....	1,50	1,38	1,42	5....	0,56	0,88	0,71	5....	1,42	1,41	1,44
6....	1,12	1,12	1,04	6....	1,03	1,27	1,21	6....	1,44	1,54	1,47
7....	1,03	1,12	0,98	7....	1,25	1,29	1,15	7....	1,55	1,81	1,73
8....	1,07	1,26	1,09	8....	0,94	1,34	1,29	8....	1,75	1,90	1,84
9....	1,26	1,31	1,27	9....	1,17	1,11	1,02	9....	1,62	1,70	1,74
10....	1,52	1,60	1,33	10....	1,42	1,77	1,56	10....	1,69	1,68	1,80
11....	1,91	2,14	2,00	11....	1,21	1,52	1,72	11....	1,23	1,22	1,50
12....	1,92	1,79	1,66	12....	2,17	2,44	2,35	12....	1,33	1,22	1,50
13....	1,58	1,40	1,29	13....	2,21	2,10	2,06	13....	1,36	1,42	1,38
14....	1,32	1,20	1,15	14....	1,80	1,71	1,74	14....	1,32	1,30	1,54
15....	1,90	1,77	1,70	15....	1,58	1,50	1,54	15....	1,48	1,42	1,42
16....	1,86	1,69	1,54	16....	1,60	1,52	1,70	16....	1,80	1,88	2,06
17....	1,36	1,20	1,12	17....	1,88	1,85	1,98	17....	2,32	2,33	2,34
18....	1,12	1,00	0,92	18....	1,82	1,77	1,68	18....	2,45	2,49	2,47
19....	0,95	0,87	1,05	19....	1,62	1,61	1,52	19....	2,38	2,34	2,29
20....	1,20	1,01	1,54	20....	1,65	1,80	1,74	20....	2,20	2,18	2,19
21....	1,53	1,39	1,22	21....	1,90	2,05	1,98	21....	2,19	2,20	2,19
22....	0,98	1,04	1,00	22....	1,88	1,90	1,86	22....	2,18	2,18	2,20
23....	0,98	1,00	1,18	23....	1,78	1,82	1,84	23....	2,22	2,33	2,39
24....	1,98	1,97	1,80	24....	1,74	1,71	1,74	24....	1,31	1,29	1,35
25....	1,50	1,45	1,38	25....	1,78	1,72	1,90	25....	2,25	2,22	2,36
26....	1,80	1,98	1,81	26....	1,80	1,72	1,90	26....	2,34	2,28	2,30
27....	1,83	1,60	1,56	27....	1,92	1,91	2,08	27....	2,22	1,17	2,14
28....	2,04	2,15	2,02	28....	1,94	1,90	1,91	28....	2,10	2,06	2,02
29....	1,92	1,75	1,63	29....	1,89	1,83	1,85	29....	1,93	1,99	1,83
20....	1,58	1,43	1,41	30....	1,83	1,78	1,75	30....	1,82	1,84	1,87
31....	1,61	1,42	1,45	31....	1,60	1,66	1,62				

cuando los vientos soplan del cuadrante S con intensidad y persistencia (sudestada), hacen elevar considerablemente el nivel de las aguas, originando las más altas "mareas", que se hacen sentir preponderantemente con singular efecto en las islas del bajo Delta, produciendo daños extraordinarios, no obstante tratarse de sumersiones breves que no suelen pasar de una semana. La marea de 1940 es la más alta conocida, debiendo también mencionarse las registradas en los años

que consigna la figura 19. Las aguas pueden alcanzar, según los lugares, alturas de hasta poco más de 3 m sobre el nivel de los albardones, y cuando la marea se desarrolla con estas características, las aguas abandonan sobre el terreno gran cantidad de sedimentos (págs. 307 y 358). El período de mayor frecuencia de "mareas" con intervención de los vientos es de mayo a octubre.

2) *Consecuencias edáficas y económicas de las fluctuaciones hidrométricas.* Los vientos N y NW, y sobre todo el W (pág. 299), producen el efecto contrario, haciendo descender el nivel de las aguas y anulando inclusive la propagación de la marea. También esta alternativa de crecidas y bajantes influye sobre el régimen hídrico del suelo. Los períodos alternantes de sequías y anegamientos son de furaz duración, principalmente para los suelos de albardones, que presentan siempre una zona superior rojiza de oxidación de sesquióxidos fuertemente moteada de ocre y azul.

D) VEGETACIÓN

Fitogeográficamente considerada, la región forma parte del "Distrito de las Selvas Mixtas" de la "Provincia Subtropical Oriental" (CABRERA, 1953). Algunos autores consideran la vegetación regional como formación del tipo Paranaense (SPEGAZZINI, 1905), o como asociaciones de transición y engranaje del tipo en "Galería" (FRENGUELLI, 1944). En estudios efectuados por HAUMAN (1925) y posteriormente por CABRERA y DAWSON (1944), se señala el límite austral máximo alcanzado por la asocie subclimáxica en Martín García y Punta Lara, respectivamente. Vale la pena mencionar, asimismo, entre otros, los trabajos de PARODI (1929), BÁEZ (1942) y el reciente y más completo dado a publicidad por BURKART (1958) [1].

La vegetación es muy heterogénea y depende de los diferentes ambientes donde aquélla convive. Son ejemplos, a este respecto, los bosques y selvas en la vera alta de los cursos de agua, pajonales y juncales en ambientes subanegados, camalotales sobre espejos de agua permanentes, etc. Se considera que las plantas superiores son evidentemente las predominantes, encontrándose representadas a través de 700 especies aproximadamente, según los autores, incluyendo Pteridófitas y Angiospermas nativas o naturalizadas. Las plantas inferiores, aunque menos importantes desde el punto de vista de la pedogénesis que las primeras, son también numerosas, mereciendo recordarse por

[1] El autor ha considerado el tema sobre la vegetación con algún detalle, por estimar que la misma ejerce en sus diferentes etapas de desarrollo un efecto notable sobre los caracteres del suelo y su manejo.

su abundancia y fácil localización los líquenes epífitos, habitualmente adheridos a los árboles hidrófilos de madera blanda cultivados y/o naturales. Hongos, musgos, etc., completan el cuadro entre las especies botánicas menores.

a) *Vegetación nativa.* — Es la más importante por el número de especies que pueblan la región. Predominan elementos subtropicales del sur de Brasil, Uruguay y las provincias de Misiones, Chaco, etc., transportados a través de los ríos Paraná y Uruguay, cuyas aguas han servido de vehículo para su penetración en el Delta; incluye la vegetación leñosa, la epífita, plantas acuáticas y palustres, y también enredaderas y helechos.

Con el banco de arena, apenas emergido de las aguas, comienza el proceso constructivo de la vegetación o *sucesión vegetal*, que se cumple a través de diversas etapas en forma de *hidrosere*. En el Delta, sin embargo, esa última no siempre evoluciona con las modalidades que citan algunos tratadistas (WEABER y CLEMENTS, 1950), ni tampoco se desarrolla en toda la región con la intervención común de las mismas comunidades vegetales (BONFILS, 1954). Cualquiera sea el orden seguido por la sucesión vegetal, lo cierto es que la hidrosere se inicia invariablemente en ambientes de aguas turbias y sobre bancos de arenas semisumergidos y orillas de ríos y riveras con aguas someras.

1) *Bajo Delta.* Las plantas acuáticas y palustres caracterizan las primeras etapas de la hidrosere en este sector, pudiendo observarse claramente cómo las comunidades vegetales, a través del tiempo, van siendo reemplazadas unas por otras hasta culminar en el *monte blanca* o selva marginal subclimáxica. La secuencia siguiente indica aproximadamente el orden de las comunidades en el desarrollo de la colonización vegetal: α) juncales; β) camalotales; γ) pajonales; δ) seibales y ϵ) monte blanco. A continuación se menciona la composición botánica de cada comunidad y su consecuencia en el desarrollo del terreno.

α) *Juncales:* consocies o comunidad acuática en cuya formación participa casi exclusivamente el "junco" (*Scirpus californicus* o *S. riparius*), especie rizomatosa que vive sobre los bancos de arena semisumergidos y orillas de riachos, con la parte inferior de sus tallos aéreos casi constantemente bajo inmersión (fig. 22). Los juncos son las primeras esencias que aparecen sobre el fango fluvial (pág. 304), y en rigor deben considerarse como los auténticos iniciadores de la sucesión vegetal. Disminuyen la velocidad del agua y provocan la caída y retención del légamo que arrastra el río, contribuyendo, a través de este proceso singular, al incremento del área insular. Los camalotes y otras espe-

cies flotantes son también interceptados por los juncos, y de su unión con los mismos resulta una masa apretada que hace aún más activo el proceso de levantamiento del terreno [1]. El suelo en esta etapa no muestra característica alguna de tal y en este sentido más bien configura una tierra aluvial *(aluvial land)* o depósito limoso, a partir del cual se originan los suelos hidromórficos.

β) *Camalotales:* constituyen otra comunidad muy interesante o asocies formada por Pontederiáceas y Gramíneas nadantes. En épocas de grandes avenidas forman masas colosales, arrastradas por las aguas del río Paraná, hasta que son finalmente detenidas por los juncos o por las especies arbóreas y arbustivas que inician la hidrosere en el Delta antiguo (pág. 290). Cuando el camalotal es muy extenso y sus constituyentes se hallan fuertemente entrecruzados, constituyen un serio obstáculo para la navegación en las riveras del Delta. Estos macizos flotantes pueden ser asimismo impulsados por las corrientes hacia el interior de los arroyos de escaso caudal y contribuir al rellenamiento de su cauce a corto plazo, provocando a consecuencia de ello la virtual anulación de las vías naturales de desagüe [2]. Esta etapa puede asimilarse a la anterior en cuanto al aspecto de la formación del suelo se refiere.

γ) *Pajonales:* al elevarse el nivel del banco, los juncos y sus asociados ocasionales, las plantas flotantes, no logran adaptarse al ambiente primario, donde paulatinamente se reduce la profundidad del agua. Con la modificación del habitat, el juncal pierde vigor y desaparece, preparando así las condiciones necesarias para la instalación de otra población vegetal menos exigente en agua, como lo son las comunidades palustres que se definen a través de los grandes pajonales. Están formadas por plantas herbáceas de 1 a 3 m de altura, que desarrollan densamente en lugares bajos y pantanosos, la mayoría de las cuales son rizomatosas y provistas de hojas lineales, hirientes en sus bordes, que hacen aún más vacilante el acceso a los mismos. El suelo que se desarrolla en estas áreas con drenaje impedido es semipantanoso, ácido y joven en cuanto a su estado evolutivo (pág. 322). Los pajonales representan una comunidad a asocies donde inter-

[1] A menudo se asocian al juncal las siguientes especies: « cucharero » *(Echinodorus grandiflorus)*, « saeta » *(Sagittaria montevidensis)*, *Pontederia cordata*, etc.

[2] Los verdaderos camalotes pertenecen a las Pontederiáceas y son: *Eichhornia azurea*, *E. crassipes* y *Pontederia rotundifolia*. Con *Panicum elephantipes* y *Paspalum repens*, denominados vulgarmente « pasto camalote », constituyen las especies dominantes del complejo flotante. Como acompañantes menores hay que indicar las siguientes: « repollito de agua » (*Pistia stratiotes*), « lentejas de agua » *(Lemma* sp. *Spirodela* sp., etc.), « helechito de agua » (*Azolla filiculoides*) (fig. 24).

vienen predominantemente la "cortadera" o "paja brava" *(Scirpus giganteus)* y la "espadaña" *(Zizaniopsis bonariensis)* [1].

δ) *Seibales:* son muy típicos en la región, donde forman comunidades propias o consocies puras de *Erythrina crista-galli*, árbol de flores rojas, acaso el más bello y espectacular entre las plantas vernáculas que cohabitan el Delta [2]. Los seibales crecen con frecuencia sobre los lugares más firmes y altos del interior subanegado, constituyendo una etapa intermedia con todas sus transiciones, entre los pajonales y la selva (CABRERA, 1953 *b*). También pueden desarrollar acompañados por las especies arbóreas y arbustivas ya mencionadas anteriormente, pero las mismas son más abundantes y frecuentes en esta comunidad que en la de los pajonales, a causa del mayor nivel alcanzado por el suelo dentro del área inundable [3]. En este ambiente se localizan suelos semipantanosos muy desarrollados.

ε) *Selva marginal o monte blanco:* corresponde a la comunidad más evolucionada o vegetación subclimáxica de las selvas subtropicales en galería, cuyo desarrollo tiene lugar en las partes más elevadas del área, en donde ya casi ha cesado el proceso aluvial de sedimentación. De este modo se completa el proceso de consolidación del terreno insular y culmina así también la hidrosere en la comunidad vegetal totalmente desarrollada o *subclimax*, después de recorrer varias etapas en las que pueden observarse cómo la vegetación hidrófila primitiva, adaptada a condiciones hídricas extremas, evoluciona gradualmente al bosque ensilvecido, integrado por especies menos exigentes en agua. En esta área evolucionan suelos gley húmicos, "low humic gley" y aluviales transicionales.

[1] Son acompañantes habituales las especies siguientes, que pueden actuar aun como codominantes, a saber: *Typha latifolia* y *T. angustifolia* o « totoras », *Panicum grumosum* o « carrizo », y *Eryngium pandanifolium* o « carda » o falso « caraguatá ». También, árboles y arbustos que cunden el pajonal cuando el mismo se encuentra en una etapa de evolución muy avanzada, a saber: *Erythrina crista-galli* o « seibo » (fig. 23), *Sapium haematospermum* o « curupí » o « lecherón », *Cephalanthus glabratus* o « sarandí colorado ». Los principales elementos del pajonal pueden independientemente desarrollar en colonias puras y según sea la especie dominante clasificarse en pajonales de cortadera (*Consocies de Scirpus giganteus*), totorales (*Asocies de Typha* sps.) y pajonales de espadaña (*Consocies de Zizaniopsis bonariensis* (CABRERA, *b*).

[2] Por decreto del 2 de diciembre de 1942 fue declarada Flor Nacional.

[3] Sobre los seibos suelen crecer adheridos a sus ramas y troncos epífitas y enredaderas, a saber: « claveles del aire » o especies varias derivadas del género *Tillantsia*, « barba de monte » (*Tillantsia usneoides*), « zarzaparrilla colorada » (*Muehlenbekia sagittifolia*) « uva del diablo » (*Cissus striata*), etc.

El monte blanco [1] o asocies de *Nectandra falcifolia, Terminalia australis, Sebastiana brasiliensis, Ficus monckii,* etc., constituye una verdadera selva, en cuya composición florística intervienen especies subtropicales, en su mayoría latifoliadas-perennifolias y gran número de lianas y epífitas. Normalmente se encuentra sobre albardones periféricos, lo mismo que en albardones interiores de islas en completo desarrollo. Según BURKART (1958), es la comunidad más estratificada y completa del Delta. Tales son, en principio, las diferentes etapas a través de las cuales se cumple el ciclo de la vegetación coetáneamente con el desarrollo sedimentario del área. En la actualidad la acción antropógena dificulta hasta impedir el equilibrio del sistema vegetación-suelo, debiendo señalarse como causas concurrrentes principales la explotación prematura del suelo, aún muy joven (pág. 357), y la acción mecánica del dragado, que dificulta la formación de nuevas tierras (pág. 313) [2].

2) *Delta antiguo.* En este sector la sucesión vegetal sigue un curso diferente, observándose que en lugar de los juncos las primeras plantas en fijarse sobre el banco de arena son el "sauce criollo" *(Salix humboldtiana)* y el "aliso" *(Tessaria integrifolia)*, las que por tal razón deben entonces considerarse como verdaderas iniciadoras de la hidrosere (BONFILS, 1954).

Durante las bajantes pronunciadas del río Paraná a menudo emergen de las aguas bancos de arena que prontamente son cubiertos por innumerables plantitas de sauce. Esta especie, que es la dominante de los *sauzales,* unas veces desarrolla en colonias puras y otras asociado con "aliso" o "pájaro bobo". Los sauzales así formados constituyen una comunidad peculiar del norte y centro del Delta, cumpliendo similar-

[1] Corresponde a la subclímax en la parte austral de la Galería Uruguayense de CABRERA (1953 *a*).

[2] Las especies arbóreas principales son, entre otras, las siguientes: « laurel » (*Nectandra falcifolia*), « palo amarillo » (*Terminalia australis*), « blanquillo » (*Sebastiana brasiliensis*), « canelón » (*Rapanea lorentziana*). « ingá » (*Inga uruguensis*), « higuerón o agarrapalo » (*Ficus monckii*) (fig. 25), « anacahuita o arrayán » (*Blepharocalyx tweèdiei*), « seibo » (*Erythrina crista-galli*), « curupí » (*Sapium haemastospermum*) y ocasionalmente *Arecastrum romanzoffianum* o palmera « pindó ». El segundo estrato lo forman arbustos, entre los cuales pueden señalarse: « tacuara brava » (*Guadua trinii*), « sarandí blanco » (*Phillanthus sellowianus*), « camará » (*Lantana camara*), « ivira » (*Daphnopsis racemosa*), « saúco » (*Sambucus australis*), etc. Las lianas y enredaderas son numerosas, a saber: « dama de noche » (*Ipomoea alba*), « zarzaparrilla blanca » (*Smilax campestris*), « pasionaria » (*Passiflora coerulea*), « isipó » (*Canavalia bonariensis*), etc. Entre las epífitas, además de las citadas en los *seibales,* hay que señalar la hermosa orquídea de flores amarillas llamada « flor de patito » (*Oncidium bifolium*). Completan la comunidad un estrato herbáceo formado por helechos, monocotiledóneas (Gramíneas y Ciperáceas) y abundantes dicotiledóneas.

mente la función de los juncales en cuanto contribuyen al crecimiento de los islotes.

La hidrosere evoluciona, al parecer, en forma muy simple, sin exhibir con evidencia cabal la secuencia de pasajes o reemplazamiento de una comunidad por otra, pudiendo en principio estimarse que aquélla completa su ciclo con otras especies leñosas, pero conservando en la vegetación subclímax las esencias dominantes que encabezaron la sucesión vegetal. En el bajo Delta, en cambio, las especies iniciadoras están totalmente ausentes en esta etapa final. No es improbable que el régimen hidrológico diferente, reflejado por anegamientos muy prolongados (pág. 277) y la configuración igualmente distinta del relieve (pág. 271), contribuyan a conferir esa modalidad a la hidrosere. Tampoco hay que olvidar que no todas las especies que ingresan al Delta son comunes a las respectivas cuencas del Paraná y Uruguay; un estudio específico al respecto conduciría al esclarecimiento de la cuestión.

Durante su desarrollo juvenil el sauzal puede retener plantas que arrastran las corrientes; además, se observa que son muchas las especies que lo acompañan, a saber: "junco" *(Scirpus californicus)*, que desarrolla en lugares con espejo de agua; "chilca" *(Baccharis lanceolata)*; "lambedor" o "catay" *(Polygonum* sps.), que suele crecer densamente y puro; "pasionaria" *(Passiflora coerulea)*, etc. En estas áreas inundables se desarrollan suelos aluviales muy jóvenes y otras expresiones edáficas menos desarrolladas aún, tales como "aluvial land" o tierras aluviales, y "riverwash" o lavado de río. Con la elevación del área por acrecentamiento aluvial, surgen nuevas especies leñosas, a través de las cuales tienen definición los bosques ribereños subclimáxicos o etapa final de la vegetación del norte y centro de la región [1]. Estas agrupaciones arbóreas carecen de carácter selvático, por cuanto en las mismas no abundan o faltan por completo las lianas y epífitas que caracterizan al *monte blanco;* además, las especies dominantes son pocas comparativamente consideradas con las que forman la selva marginal. Algunos componentes del bosque pueden formar

[1] Estos bosques configuran una comunidad o asocies en el cual intervienen predominantemente los siguientes elementos: « sauce colorado » (*Salix humboldtiana*), « curupí » (*Sapium haematospermun*), « laurel » (*Nectandra falcifolia*), « seibo » (*Erythrina crista-galli*), « aliso » (*Tessaria integrifolia*) y « espinillo » o « aromito » (*Acacia caven*). Aunque no como dominantes, también se asocian el « timbó blanco » (*Arthrosamanea polyantha*) y el « canelón » (*Rapanea lorentziana*), este último habitante ocasional de las islas frente a Diamante. Existen también arbustos como acompañantes habituales, a saber: *Sesbania marginata* de flores amarillas, « rama amarilla » (*Lycium vimineum*), citada por BURKART (1958), « chilca » (*Baccharis lanceolata*), y enredaderas tales como « pasionaria » (*Passiflora coerulea*), « zarzaparrilla colorada » (*Muehlenbeckia sagittifolia*).

individualmente bosquecillos o comunidades puras, como ser: *seibales* o consocies de *Erythrina crista-galli*, *espinillares* o consocies de *Acacia caven*, habitualmente sobre médanos o suelos arenosos elevados.

El bosque ribereño soporta períodos muy largos de anegamiento, debiendo a este respecto señalar la adaptabilidad singular del sauce colorado. En los troncos de esta especie se origina, en la zona de contacto con el pelo del agua, una abundante emisión de raíces adventicias, cuya existencia indica siempre un nivel de creciente altamente estacionario. Los suelos donde desarrolla el bosque son predominantemente "low humic gley" y/o aluviales en tránsito.

Vale la pena citar para estas islas los grandes pajales o maciegas, en cuya constitución interviene predominantemente la "paja de techar" o "paja Santa Fe" *(Panicum prionitis)*. Esta robusta Gramínea es característica de suelos horizontales superficialmente arenosos, pero con alto contenido de arcilla en su parte inferior, como acontece en muchos sectores de las islas de las Lechiguanas y del Pillo. También existen en algunas islas situadas frente a Diamante.

Asimismo hay que citar: α) las praderas insulares, donde desarrolla el canutillo o pasto clavel *(Hemarthria altissima)*, gran recurso forrajero de las islas próximas a Rosario y San Nicolás; β) los grandes pajonales del predelta o pajonales mixtos (BURKART, 1958) que contribuyen al origen de suelos semipantanosos; γ) las comunidades halófitas de la zona ribereña de los ríos Luján, Carabela y Baradero, donde evolucionan suelos hidro-halomórficos, y δ) bosques de "espinillos" (*Acacia caven)*, algarrobos *(Prosopis* aff. *algarobilla)*, "ñandubayes" *(Prosopis algarobilla)*, "chañares" *(Geoffraea decorticans)*, característicos de algunos lugares del llano inundable del sur de Entre Ríos, generalmente asociados a suelos arcillosos de carácter grumosólico y pseudogley. En los bosques de tala *(Celtis spinosa)* y espinillo radicados sobre albardones se encuentran suelos gley húmicos podsolizados y otros con morfología similar, pero con proceso de alcalinización. ϵ) También debe citarse para este ambiente, *Sesbania punicea*, de flores rojas que a veces forman consocies bien definidas.

b) *Vegetación exótica naturalizada.* — Se refiere a las especies de origen extra-continental introducidas en las islas por acción del hombre y propagadas por sus propios medios sin la intervención de este último. Deben mencionarse, entre otras, las siguientes:

"Madreselva" *(Lonicera confusa)*. Esta especie, tan conocida en algunos parques y jardines, vive especialmente en los pajonales adherida a las plantas de sauces y álamos.

"Lirio amarillo" *(Iris pseudacorus)*. Esta Iridácea de flores amarillas también se desarrolla en el pajonal.

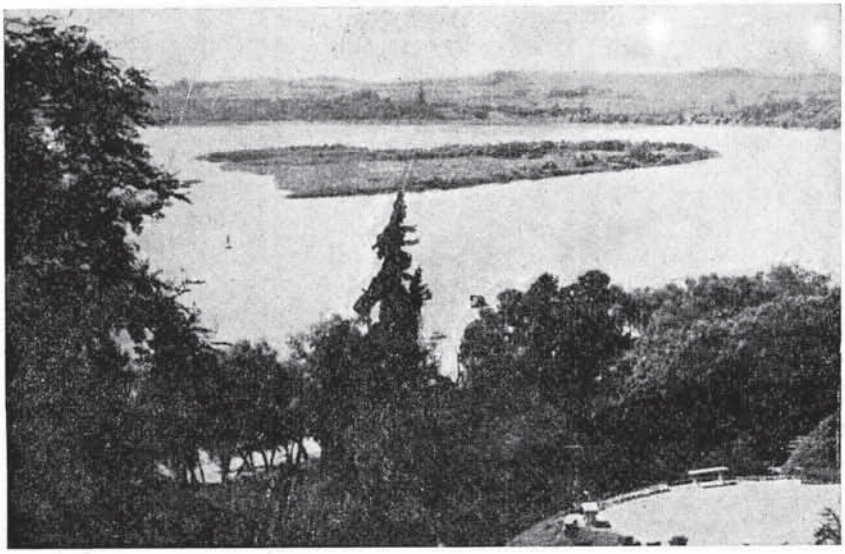


Fig. 20. — Islote frente al puerto de Paraná en 1946, mostrando a dos años de su aparición «sauces» (*Salix humboldtiana*) y «alisos» (*Tessaria integrifolia*) en los bordes; en el centro subanegado, juncos y otras especies acuáticas radicantes. (Reprod.).

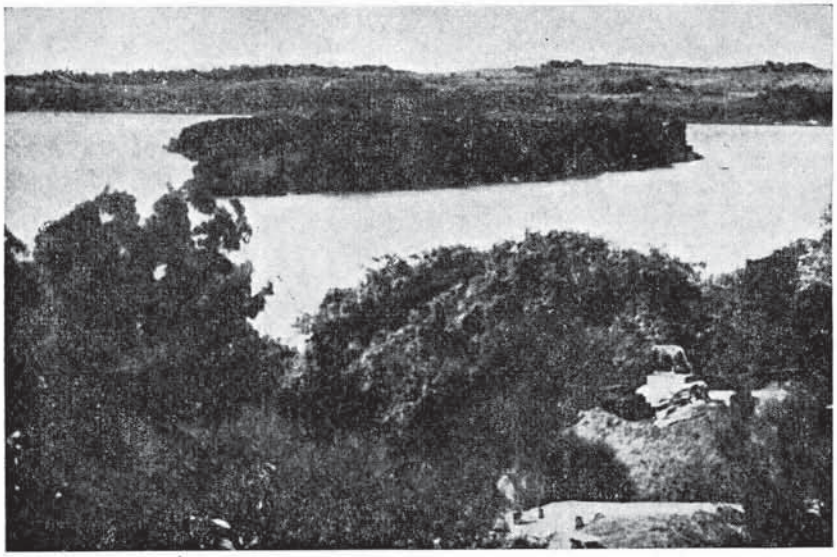


Fig. 21. — El mismo islote en 1960. Obsérvese el incremento del área aluvial y el desarrollo del bosque de sauces cubriendo gran parte del terreno. (Reprod.).

Fig. 22. — Iniciación de la hidrosere en el Delta inferior. "Juncos" (*Scirpus californicus* o *S. riparius*) semisumergidos en aguas plateus.es cerca de la desembocadura del río Paraná de las Palmas (Reprod.).

Fig. 23. — Scibal en el interior de un pajonal subanegado, en Brazo Largo (Foto Golfari)

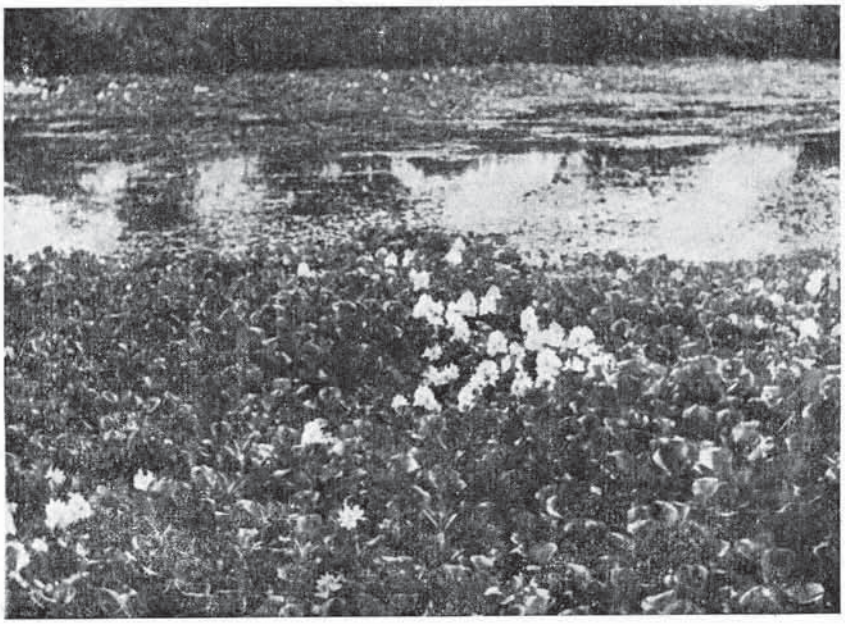


Fig. 24. — Vegetación flotante en aguas del río Paranacito en las proximidades de Islas del Ibicuy. (Foto I. S. A.)

Fig. 25. — Agarrapalo (*Ficus monckii*) abrazando una especie arbórea en el interior de una selva en galería, cerca de Paranacito en Islas del Ibicuy. (Foto I. S. A.)

"Duraznero" *(Prunus persica)*. Antiguamente había grandes extensiones de montes asilvestrados, pero en la actualidad se estima que son pocos los ejemplares existentes con estas características.

"Ciruelo cereza" *(Prunus cerasifera)*. También crece subespontáneo. Algunas de las variedades cultivadas de ciruelos en la región son híbridos naturales con participación de esta especie como progenitora.

"Zarzamora" *(Rubus* sp.) muy invasora; escapada del cultivo, se desarrolla con gran vigor constituyendo una seria preocupación en los montes de Salicáceas.

"Ligustro y ligustrina" *(Ligustrum lucidum* y *L. sinense)*. Se desarrollan en los albardones, donde a menudo acompañan a las especies del *monte blanco*.

E) CLIMA

El clima de esta región puede describirse con los datos reunidos por la Estación Meteorológica El Hogar del río Chaná y con los provenientes de algunas localidades situadas en el ámbito cercano al Delta.

a) Régimen térmico. — Los valores termométricos condensados en el cuadro 5 señalan la influencia de la proximidad oceánica, así como probablemente también la local, que promueven las grandes masas de aguas de la red fluvial. La amplitud térmica media anual de 13,6°C evidencia la suavidad de los veranos e inviernos, con temperaturas medias mensuales en enero y junio de 22,9° C y 9,3° C, respectivamente. La amplitud diaria media anual es de 10,6° C y la amplitud absoluta de 42,3° C. La temperatura disminuye de norte a sur, desde Diamante, con una media anual de 18° C a 16,2° C, registrada en el extremo sur de la región.

En las islas es común que la temperatura también descienda de 0° C, como acontece en las comarcas circunvecinas al Delta. Los años 1944 y 1945 se recuerdan entre los más fríos, y, al respecto, vale la pena citar (cuadro 4) los valores registrados en el establecimiento provincial de Canal 6, hoy Estación Experimental del Delta.

CUADRO 4

Temperaturas bajo °C registradas en la Estación Experimental del Delta

1944		1945	
27 de junio.....	—6°C	23 de junio.....	—7,4°C
7 de julio	—5,7°C	25 de junio.....	—6,5°C
8 de julio	—5°C	9 de julio.....	—7,5°C

Las consecuencias de las bajas temperaturas en ese bienio recayeron principalmente sobre los frutales cítricos, los que, no obstante estar injertados en su mayoría sobre "naranjo trébol" (*Poncirus trifolia-*

REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

I. N. T. A.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

DELTA DEL RIO PARANA

VEGETACION DEL DELTA DEL RIO PARANA

ESCALA

REFERENCIAS

- Influencia de elementos uruguayenses (Selvas sub-climáxicas y pajonales).
- Influencia de elementos chaqueño-paranaenses (Bosques fluviales sub-climáxicos, pajonales y maciegas).
- Bosques subxerófilos, pajonales y maciegas.
- Comunidades hidro-halófitas.

SANTA FE

BUENOS AIRES

URUGUAY

Río Uruguay

Río de la Plata

Islas de las Lechiguanas

Zona de Islas

Rosario

PARANA

SANTA FE

BUENOS AIRES

- Barranca principal del Rio Parana
- Barranca muerta
- Medano
- Lagunas
- Riachos
- Rios
- Caminos
- Canales
- Via ferrea

Longitud Oeste de Greenwich

MAPA BASE — DIBUJO: ADOLFO A. DANIELE

ta), fueron dañados muy seriamente, notándose entre los más perjudicados el "limonero" *(Citrus limon)*. A pesar de estos valores extremos, puede estimarse que, en general, el invierno es suficientemente benigno para posibilitar la evolución normal de muchas plantas, que, como los citrus, han alcanzado alguna importancia comercial en las islas. La temperatura mínima extrema anual media es —2,2° C, siendo la fecha media de la primera helada el 10 de mayo y la de la última el 14 de septiembre.

b) Régimen hídrico. — Los totales anuales de lluvia registrados en distintos lugares vecinos al Delta son bastante uniformes, pudiendo sin reserva alguna asimilar aquéllos para la región insular (cuadro 6). Las precipitaciones se suceden regularmente y por este motivo no hay estrictamente una estación seca; las lluvias son más intensas al principio de otoño y fin de primavera, verificándose en el semestre junio-julio un descenso.

CUADRO 5

Régimen térmico *

Meses	Temp. media	Temp. máx. media	Temp. mín. media	Temp. máx. absol.	Temp. mín. absol.
Junio	9,3	14,8	5,2	26,7	—4,5
Julio	9,8	15,3	5,6	30,0	—4,0
Agosto	11,2	17,0	6,3	30,5	—2,5
Invierno	10,1	15,7	5,7	30,5	—2,5
Septiembre	13,4	19,0	8,3	31,5	0,0
Octubre	15,4	21,0	10,6	33,5	1,5
Noviembre	18,8	25,2	13,3	35,0	4,5
Primavera	15,8	21,7	10,7	35,0	0,0
Diciembre	21,4	27,9	16,2	36,0	7,0
Enero	22,9	29,2	17,7	37,8	9,0
Febrero	22,2	28,0	17,4	37,7	8,4
Verano	22,1	28,3	17,1	37,8	7,0
Marzo	20,0	25,8	15,7	34,2	6,0
Abril	16,6	22,5	12,6	34,0	1,0
Mayo	12,8	18,7	8,6	29,5	—1,5
Otoño	16,4	22,3	12,3	34,2	—1,5
Año	16,2	22,0	11,4	37,8	—4,5

* Registros correspondientes al período 1914-1929, obtenidos en la Estación Meteorológica El Hogar, en el río Chaná, situada en el Delta bonaerense a los 34°16′ de latitud sur y 58°28′ de longitud W. Datos referidos en grado C.

CUADRO 6. Régimen pluviométrico *

Meses	Tigre	Campana	Baradero	Rosario	Diamante	Victoria	Gualeguaychú
Junio	55,9	53,6	44,9	33,0	25,2	37,4	59,0
Julio	48,9	48,0	45,6	29,9	26,4	31,6	52,9
Agosto	63,2	54,1	49,6	43,7	34,1	42,3	54,2
Invierno	168,0	155,7	140,1	106,6	85,7	111,3	166,1
Septiembre	81,2	80,9	80,2	73,2	60,2	76,0	84,6
Octubre	63,5	69,4	80,1	92,1	76,9	82,1	77,3
Noviembre	87,3	98,6	86,6	108,8	90,6	83,1	84,5
Primavera	232,0	248,9	246,9	274,1	227,7	241,2	246,4
Diciembre	86,3	91,1	106,6	103,3	106,2	92,7	81,1
Enero	81,6	89,5	94,6	107,8	86,5	91,9	83,8
Febrero	79,3	71,5	75,5	79,5	62,5	75,8	65,3
Verano	247,2	252,1	276,7	290,6	255,2	260,4	230,2
Marzo	116,2	103,7	135,9	107,7	119,5	112,6	113,8
Abril	100,8	111,4	112,6	97,3	105,1	116,2	105,8
Mayo	81,1	78,2	76,3	56,0	49,3	76,1	78,8
Otoño	298,1	293,3	324,8	261,0	273,9	304,9	298,4
Total anual	945,3	950,0	988,5	932,3	812,5	917,9	941,1

* Normales de lluvia en mm correspondientes al período 1913-1937. *El Régimen Pluviométrico de la República Argentina*. Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología. Ministerio de Agricultura. Serie F. Publicación Nº 2. Buenos Aires. 1943.

c) *Vientos.* — Tienen mucha importancia porque algunos de ellos influyen indirectamente sobre el régimen hídrico de los suelos y también, aunque ocasionalmente, sobre la economía y aspecto social de las islas del bajo Delta. Los más frecuentes son los vientos del N, NE y SE.

El primero es cálido y húmedo y característico precursor de mal tiempo. Cuando persiste, el nivel hidrométrico de los ríos desciende apreciablemente, produciendo trastornos a la navegación interisleña. En este aspecto, las consecuencias son más graves aun cuando sopla viento del cuadrante oeste, porque al descender peligrosamente las aguas, las comunicaciones fluviales quedan literalmente interrumpidas para las embarcaciones de escaso calado. El viento SE sopla con más frecuencia durante el invierno y primavera y casi siempre va acompañado de lluvias con temporales que suelen durar varios días, denominados *sudestadas.* Influye haciendo aumentar el caudal de los ríos y provocando inundaciones que, aunque de breve duración, ocasionan a veces daños ingentes cuando el viento es persistente, como aconteció en abril de 1940. Más grave fue todavía la inundación total del bajo Delta registrada en abril de 1959, porque a los efectos de la fuerte sudestada se unieron otros factores (página 281). Las inundaciones locales debidas al viento de referencia en la zona de la desembocadura de los ríos Paraná y Uruguay, había ya llamado la atención en época de la Organización Nacional, según el relato del naturalista MARTÍN DE MOUSSY (1860).

d) *Tipo climático.* — Según BURGOS y VIDAL (1959), el tipo climático de esta región corresponde, de acuerdo con la clasificación de Thornthwaite, a un clima subhúmero-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B'_2 r a').

Conforme con la clasificación ecológica de PAPADAKIS (1951), el invierno es suficientemente benigno para citrus y otros frutales poco exigentes en frío. En cuanto a las condiciones hídricas, el tipo climático quedaría definido como mesofítico húmedo e isohigro de acuerdo con su fórmula M Av Mh Is.

F) ASPECTOS SOCIAL-ECONÓMICOS.

a) *Población.* — La región de mayor desarrollo demográfico es el bajo Delta, donde las condiciones de vida de la población insular muestran un nivel de evolución muy alto comparativamente considerado con otros sectores, debiendo a este respecto destacarse la importante participación de núcleos extranjeros, principalmente alemanes y dinamarqueses. Según el censo de 1960, había en las islas bonaerenses 14.712 habitantes. En el Delta antiguo, donde los recursos

naturales son menos pródigos y su economía afectada periódicamente por sumersiones de larga duración, el nivel de vida de los pobladores es casi primitivo, debido, en gran parte, a las razones ya señaladas. En el predelta, la población es también muy escasa.

b) *Actividades económicas.* — El bajo Delta es también el principal centro de actividad económica. La producción forestal es el recurso más importante de la economía insular, siendo esta región la que mejores perspectivas ofrece para el desarrollo de un programa de expansión forestal para la producción de maderas blandas. La mayor parte de los cultivos de sauces y álamos se indutrializa para obtener madera para cajonería y pasta mecánica para papel de diario. El cuadro 7 indica la superficie y cantidad de ejemplares plantados según datos de las Administraciones de Bosques de las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos (RAGONESE y RIAL ALBERTI, 1958). Según datos de la Dirección General de Economía Agropecuaria la superficie ocupada por frutales en el sector bonaerense era en 1959 de 8.865 hectáreas incluyendo citrus y frutales de carozo y pepita principalmente.

CUADRO 7

Superficie en hectáreas de plantaciones forestales y número de ejemplares existentes en el Delta

Especies	Delta entrerriano (hasta 1955)		Delta bonaerense (hasta 1954)	
	Superficie (en has.)	Número de ejemplares	Superficie (en has,)	Número de ejemplares
Alamos	5.812,00	9.324.979	5.739,3	8.675.204
Eucaliptos	2.724,25	6.663.685	116,9	175.956
Pinos, *Taxodium* y Casuarinas	615,50	1.075.135	—	—
Pinos	—	—	463,2	809.042
Sauces	24.052,00	38.894.602	35.283,6	68.498.912
Varios	61,00	92.772	—	—
Total general	33.264,75	50.051.173	41.603,0	78.159,114

La actividad industrial es intensa, siendo numerosos los establecimientos fabriles, a saber: 1) aserraderos, 2) usinas para la industrialización del formio, 3) fábricas de cerámicas, 4) establecimientos para la obtención de sidra, 5) fábricas de celulosa, 6) astilleros. La extracción de arena para construcción es también otra actividad de la economía regional.

En el delta antiguo la economía está limitada a la ganadería y la explotación del sauce criollo que crece espontáneamente. La extrac-

ción de bivalvos fluvio-lacustres o "cucharas de agua" [1] y el producto de la caza y la pesca, completan el cuadro económico de esta región de limitadas posibilidades dentro del sistema actual de explotación de sus recursos naturales renovables. En el predelta la actividad dominante es la ganadería de cría. También se explota el bosque subxerófilo de algarrobo y ñandubay para la obtención de leña y carbón. La extracción de conchillas marinas para fabricar cemento portland es también un renglón de interés como recurso natural no renovable.

c) *Vías de comunicación.* — Por medio de un servicio de "ferry-boat", el F.N.G.U. vincula a través del Delta, la Mesopotamia con la capital federal. La ruta principal es la Nº 12, que atraviesa el llano inundable del sur de Entre Ríos. Los caminos provinciales en conexión con aquélla unen Gualeguaychú con Villa Paranacito y Holt. Numerosas embarcaciones menores surcan diariamente los riachos transportando pasajeros y carga.

BIBLIOGRAFIA

AMEGHINO, F. 1881. *La formación Pampeana o Estudio sobre los terrenos de transporte de la Cuenca del Plata.*

— *Sinopsis de 1910*, en HIRSCHHORN, pág. 307. 1927.

BÁEZ, J. R. 1942. *Regiones forestales.* Public. Comis. Provincial Pro Exposición Forestal de Bs. As. Minist. Agric. de la Nación. Paraná.

BALAY, M. A. 1958. *Causas y periodicidad de las grandes crecidas en el río de la Plata.* H. 611. Secretaría de Marina. Buenos Aires.

BONFILS, C. G. 1936. *Los suelos del delta del Ibicuy.* Minist. Hac. de Entre Ríos (Inéd.), Paraná.

— 1945. *Los suelos del Delta Inferior. Consideraciones científicas sobre la práctica del encalado.* Resoluciones y Resúmenes de los trabajos presentados a la 2ª Reun. Arg. Agron., 1943, págs. 83-84. Buenos Aires.

— 1954. *Distribución geográfica de los suelos del Delta del río Paraná.* Instituto de Suelos y Agrotecnia. Ministerio de Agricultura de la Nación (Inéd.).

BURGOS, J. J. y VIDAL, A. L. 1951. *Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite*, Meteoros, Rev. de Meteorol. y Geofís. del Serv. Meteorol. Nac. I, (i), Buenos Aires.

BURKART, A. 1957. *Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del río Paraná.* Darwiniana, 11 (3), 457-560. Buenos Aires.

BURCKHARDT, C. 1907. *Croquis geológico del Delta.* Revista Mus. La Plata, 14 : entre págs. 154-155. La Plata.

CABRERA, A. L. 1953 *a. Esquema fitogeográfico de la República Argentina.* Rev. Mus. La Plata, Botánica, 8 (33) : 87-168. La Plata.

— 1953 *b. Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires.* Acme Agency. Buenos Aires.

CABRERA, A. L. y G. DAWSON, 1944. *La selva marginal de Punta Lara.* Rev. Mus. La Plata (N. S.), 5 (2) : 1-131. La Plata.

[1] « Cuchara de agua » *Diplodon variabilis.*

CEPPI, H. 1934. *El río Paraná. Descripción y consideraciones sobre las crecientes.* Almanaque M. A. N. Buenos Aires.

CORDINI, R. 1949. *Contribución al conocimiento de la geología de Entre Ríos.* Ministerio de Industria y Comercio, II, N° 87, Buenos Aires.

DE MOUSSY, V. M. 1860. *Climatología o Clima de la Confederación Argentina.* Traducción directa del francés por Juan J. Burgos con notas del mismo autor y colab. Public. N° 59. Inst. Suelos y Agrotec. 1958.

FOSTER, A. 1901. *Régimen del río de la Plata y su corrección.* Anales de la S. C. A., LII, 52. Buenos Aires.

FRENGUELLI, J. 1941. *Rasgos principales de Fitogeografía Argentina.* Rev. Mus. La Plata (N. S.), Bot., 3 : 65-181. La Plata.

GIL, A. 1925. *Estudios agrícolas sobre las islas del Paraná.* 241 págs., con mapa. La Plata.

HAUMAN, L. 1925. *La Végétation de l'isle de Martín García dans le Río de la Plata.* Public. N° 10, Instituto Investigaciones Geográficas. Fac. Filosofía y Letras. Universidad de Bs. As. Buenos Aires.

HELBLIN, O. H. et. alt. 1945. *Litigio entre las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos.* Dirección Gral. Inst. Geog. Militar. Cuestiones de Límites interprovinciales. Buenos Aires.

HIRSCHHORN, J. 1927. *Contribución al estudio del Delta Paranaense.* Rev. Fac. Agron. La Plata, 3ª época, 17 (3) : 281-408. La Plata.

HOLMES, A. 1951. *Geología Física.* Traducción de la octava edición (1951) por R. Caudel Vila y J. C. de Caudel. Barcelona.

INCARNATO, A. A. 1944. *Sobre el moderno concepto geológico del Delta y su aplicación al río de la Plata.* Bol. Soc. Arg. de Estudios Geográficos. G.A.E.A., 12 : 3-5, Buenos Aires.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1945. *Nivelación General del país. Registro provisional de cotas.* Public. N° 6. Buenos Aires.

JAGSICH, J. 1941. *Las crecidas en el río de la Plata.* Diario *La Prensa.* Tercera Sección, 11 de mayo de 1941. Buenos Aires.

KÜHN, F. 1920. *Fundamento de Fisiografía Argentina.* Ed. Bibliot. del Oficial. Buenos Aires.

MUÑIZ, F. J. 1818. *Noticias sobre las islas del Paraná.* Public. N° 9. Inst. Invest. de la Universidad de la Capital. Buenos Aires.

PAPADAKIS, J. 1951. *Mapa Ecológico de la República Argentina.* Un volumen y un Atlas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires.

PARODI, L. R. 1929. *Observaciones sobre la vegetación de las islas cercanas al Puerto de San Nicolás.* Fac. Agron. y Vet. Tomo conmemorativo 25° Aniversario. Buenos Aires.

PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. 1922. *Recopilación de Leyes.* Publicación Oficial, II, Paraná.

RAGONESE, A. E. y F. RIAL ALBERTI. 1958. *Mejoramiento de sauces en la República Argentina.* Rev. Invest. Agríc., 12 (2). Buenos Aires.

RISLER, E. y G. WERY. 1931. *Riegos. El agua en las mejoras agrícolas.* Enciclop. Agric. Barcelona.

SASTRE, M. 1938. *El Tempe Argentino. Impresiones y cuadros del Paraná.* Edición conmemorativa del Consejo Nac. de Educ. con notas de E. J. Mac Donagh. Buenos Aires.

SCHULZ, A. F. 1919. *Aprovechamiento de terrenos de Bañados del Delta del Paraná.* Primera Reunión Soc. Arg. Ciencias Naturales (Physis), Tucumán, 1916, págs. 671-675, en BURKART, 1957.

SOLDANO, F. A. 1947. *Régimen y Aprovechamiento de la Red Fluvial Argentina.* Buenos Aires.

SPEGAZZINI, C. 1905. *Flora de la Prov. de Buenos Aires.* Anales Minist. Agric. de la Nación. Buenos Aires.

TROWBRIDGE, A. C. 1930. *Building of Mississippi Delta.* Bull. An. Ass. of Petrolum. Geologist. 14, Nº 7. Washington.

WAUTERS, C. 1939. *El Delta del río Paraná.* Paraná.

WEABER, J. E. y CLEMENT. 1944. *Ecología Vegetal.* Traducción por Angel L. Cabrera. Acme Agency. Buenos Aires.

WINDHAUSEN, A. 1931. *Geología Argentina.* 2 : 476. Buenos Aires.

III. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GENESIS Y EVOLUCION DE LOS SUELOS

El suelo es un cuerpo natural en la superficie de la tierra, donde tiene lugar el desarrollo de las plantas cuyo origen es debido a la interacción o influencia combinada de los materiales originarios, relieve, edad, clima y agentes bióticos. Aun cuando todos estos factores intervienen colectivamente en el proceso, puede ocurrir que algunos tengan más importancia que otros en la fijación del carácter del suelo; en la región que nos ocupa, por ejemplo, la coexistencia del relieve y el régimen hidrológico es el factor dominante al respecto.

La morfología del paisaje, con su extensa área de tierras bajas e inundables, no es favorable para la promoción del desarrollo de un suelo normal [1], que sólo se encuentra en los lugares altos y ondulados vecinos al Delta (fig. 9) [2]. En la cuenca pantanosa, la acción del clima como factor edafógeno está subordinada al carácter local del relieve, cuya importancia es decisiva en el proceso constructivo que conduce al desarrollo de los suelos hidromórficos. Además de ser el factor dominante en la génesis de los suelos más importantes, también el localismo topográfico influye con igual carácter en el tipo y densidad de la vegetación, la que, como se verá, también cumple, a través de esta acción que provoca el relieve, un papel significativo en la evolución de los suelos de mayor extensión geográfica.

[1] Se denomina ási al suelo con un perfil en equilibrio con las dos principales fuerzas del ambiente — vegetación nativa y clima — usualmente desarrollado en las lomas suavemente onduladas (pero no estrictamente planas), con buen drenaje, a expensas de cualquier material originario, no de composición química o textura extremas, que ha permanecido suficiente tiempo como para que las fuerzas biológicas ejerzan completamente su acción (U. S. Depart. Agric., 1938).

[2] El suelo brunizem de la margen derecha del río, formado principalmente por la acción concurrente del clima y de los agentes bióticos, se caracteriza por la existencia de : *a*) un horizonte chernozémico arcilloso a franco arcilloso ; *b*) horizonte textural altamente desarrollado ; *c*) ausencia de manto de tosca y *d*) reacción ácida de los horizontes biogénicos. Sobre el costado izquierdo, el suelo es brunizem y pradera grumosólico con características coloidales aún más desarrolladas.

En la región de islas, principalmente, los suelos seguirán conservando sus condiciones actuales de intrazonalidad por razones fisiográficas que derivan del régimen hidrológico de los ríos de la Plata y Paraná y del propio ciclo deltaico que este último río contribuye a mantener. En consecuencia, sería absurdo formular predicciones o prever cambios substanciales en la dinámica de los suelos; en tal sentido, el autor estima que estos últimos no podrán nunca evolucionar hacia el suelo normal característico de la región climática del litoral fluvial, a menos que se admita como un hecho factible en el tiempo la idea de que los ríos mencionados terminen por quedarse sin agua...

Modificaciones del tipo nombrado, sin embargo, se encuentran a menudo en algunos valles y llanos inundables de regiones áridas y semiáridas, donde el suelo originariamente intrazonal, adquiere características zonales, como consecuencia del mejoramiento en las condiciones de drenaje o de la estabilidad de la morfología del paisaje por los cambios producidos en el régimen hidrogeológico de los ríos y/o de las obras de defensa contra las inundaciones. El valle de Viedma y la isla de Choele-Choel en la provincia del Río Negro, República Argentina, son ejemplos de comprobaciones tangibles a este respecto.

A) MATERIALES ORIGINARIOS.

El principal material generador de los suelos es el fango fluvial pardo amarillento o aluvión no consolidado, proveniente de una variedad muy grande de rocas de diferente origen y composición transportadas directamente por las aguas del río Paraná desde su cuenca imbrífera. También el río Uruguay deposita sedimentos, pero su acción es más local y limitada al parecer a la costa entrerriana. Existen también materiales transportados por el viento y depósitos marinos que se mantienen aún prácticamente sin edafizar. El mapa respectivo muestra los límites de la cuenca del Paraná en territorio argentino y el área que abarcan los materiales originarios dentro de la misma [1].

Los sedimentos que forman el fango fluvial pueden ser en algunos casos directamente arrancados de la roca consolidada, y, en otros, derivar, como acontece en su mayor parte, de la remoción de los materiales que han originado los suelos de regiones que son atravesadas por el río Paraná y sus afluentes (figs. 26 y 27). Los sedimentos son luego transportados por el mismo río y redepositados en sus bocas de salida o zona final de acumulación, donde el aluvio

[1] Bosquejo preparado según la documentación reunida por RIGGI (1945) con modificaciones introducidas a la misma por ALFREDO SIRAGUSA.

Fig. 26. — Efecto erosivo de las aguas sobre un yerbal, en suelos pardos rojizos latosólicos en la provincia de Misiones. Los sedimentos ingresarán al río Paraná para formar el material de acarreo que se acumulará parcialmente en el Delta (Foto I. S. A.).

Fig. 27. — Zanja de erosión en suelos brunizem grumosólicos en Entre Ríos, cuyos sedimentos ingresarán posteriormente al río Paraná (Foto I. S. A.)

o material de suelo reunido (regolita) iniciará su edafización apenas emerja de las aguas y se establezca sobre el mismo la vegetación. Idéntico origen y consecuencia tienen los depósitos nuevos de materiales alterados que dan nacimiento a los islotes situados en aguas del río Paraná.

El análisis microscópico del légamo que llevan en suspensión las aguas del río Paraná demuestra que su composición mineralógica es sumamente heterogénea. La muestra que sirvió para formular este juicio fue extraída por el autor frente al puerto de San Pedro durante la creciente extraordinaria del año 1946, señalando su análisis la predominancia de arcilla y cantidad escasa de cuarzo, ópalo, laminillas de muscovita, turmalina y restos orgánicos en forma de fragmentos astillosos de madera [1]. El origen de estos constituyentes es muy difícil precisarlo con exactitud por la gran variedad de rocas que intervienen en la producción común de un mismo sedimento. Las rocas consolidadas más representativas que actúan como fuente de suministro de materiales de suelos en la zona jurisdiccional del sistema del río Paraná, son:

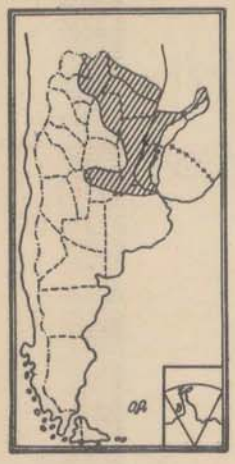
Plutónicas	Volcánicas	Sedimentarias	Metamórficas
Granitos	Meláfiros	Areniscas rojas	Gneis
Dioritas	Diabasas (Brasil) [2]	Areniscas calcáreas	Pizarras
	Porfiritas	Margas calcáreas	Esquistos
	Basaltos	Loess	Cuarcitas
			Calizas

El cuarzo y demás minerales primarios hallados en el limo en suspensión pueden tener el más diverso origen y derivar de la alteración de algunas de estas rocas consolidadas o bien, pueden proceder de la remoción de los suelos que normalmente poseen estos productos de alteración. La arcilla, que es el material más abundante del légamo, proviene en su mayor parte en esta etapa del ciclo de erosión de sedimentos arcillosos preexistentes, característicos principalmente de los suelos loéssicos y rojos tropicales situados en zonas por donde atraviesan los tributarios del río Paraná (figs. 26 y 27).

El análisis químico del mismo material (cuadro 8) muestra un alto contenido de fósforo y elementos alcalino-térreos. La relación sílice-alúmina es elevada y la capacidad para retener cationes intercambiables señala que en esta mezcla compleja de materiales coloi-

[1] Análisis e informe realizado en el Instituto de Suelos y Agrotecnia por la Dra. ALEJANDRINA A. I. CROTTI (1946).

[2] Mapa Geológico de Brasil. Ministerio de Agricultura, Escala 1 : 5.000.000. San Pablo, 1942.



MATERIALES GENERADORES DE LOS SUELOS INUNDABLES DEL DELTA

REFERENCIAS

- Pizarras, cuarcitas, filitas del precámbrico y paleozoico inferior
- Rocas magmáticas variadas.
- Sedimentos arenosos, calcáreos y yesosos del Paleozoico y Mesozoico.
- Rocas magmáticas y sedimentarias Paleozoicas, Mesozoicas y Terciarias de las Sierras Subandinas.
- Esquistos cristalinos: Gneises y escasas filitas, calizas precámbricas.
- Extensión probable del limo lacustre y arenas fluviales y eólicas posglaciales y actuales sobrepuestas al Pampiano.
- Limo lacustre y arenas eólicas y fluviales postglacial.
- Melafiros y areniscas rojas. Permo triásicas.
- Areniscas yesíferas y yeso del Mesopotámico marino y otros materiales terciarios.
- Loes y limos fluvio lacustres cuaternarios.
- Delta del río Paraná.
- Areniscas rojas "Asperón Correntino" (Plioceno-Pleistoceno).
- Límite de la cuenca imbrífera del río Paraná.

Dib. D. Roviti

dales predominan minerales de arcillas del tipo de la montmorillonita y compuestos orgánicos que desarrollan una capacidad de retención de elementos fertilizantes muy alta [1]. Las características del aporte fluvial pueden variar según el estado del nivel hidrométrico de los ríos y de las circunstancias que contribuyen a crear esta situación; así, por ejemplo, la gran marea provocada por la sudestada de abril de 1940 arrojó sobre las islas sedimentos cuyo análisis reveló un alto contenido de partículas gruesas y "falta de poder fertilizante" (cuadro 9) [2]. También el autor efectuó el análisis de una muestra del mismo material extraído a pocos kilómetros de la anterior en una isla situada en el Canal Alem frente a Campana. Los resultados, sin embargo, indican una riqueza mayor en elementos fertilizantes (cuadro 10).

CUADRO 8

Análisis químico por fusión del légamo del río Paraná [3]
Resultados en °/₀ base seca

Sílice (SiO_2)	44,0 °/₀
Al_2O_3	23,1 »
Fe_2O_3	4,5 »
CaO	5,7 »
MgO	7,4 »
P_2O_5 (Ataque $ClH + NO_3H$)	0,35 »

Relación molar $\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = 3,2$

Capacidad de adsorción (polarografía) 30 m. e. °/₀

CUADRO 9

Análisis granulométrico y químico del limo depositado por la marea de 1940

Granulometría

Arena total	58,91 °/₀
Limo	32,55 »
Arcilla	7,80 »

Extracto acético (N/2)

Fósforo (en P_2O_5)	vestigios (0,009 °/₀₀)
Potasio (en K_2O)	0,021 °/₀

[1] El valor T o capacidad de adsorción en suelos insulares de gley húmicos con 19 °/₀ de arcilla y 8,16 de materia orgánica es de 25 m. e. En suelos brunizem de la pampa subhúmeda el valor es de 30 m. e. con 30 °/₀ de arcilla y 4 °/₀ de materia orgánica. En arcillas bentoníticas homoiónicas, la capacidad de adsorción (T), es de 93,6 m. e. según MEHLICH (1945).

[2] Análisis efectuado por MANFREDO REICHART (Direc. de Agric. Ganad. e Indust., 1941).

[3] Análisis realizado en el Instituto de Suelos y Agrotecnia, por RAÚL MANUELE.

CUADRO 10

Análisis químico del limo depositado por la marea de 1940

Extracto clorhídrico	
Calcio en CaO	0,39 %
Magnesio MgO	0,68 »
Fósforo P_2O_5	0,24 »
Potasio K_2O	0,18 »
Extracto cítrico (Dyer)	
Fósforo en P_2O_5	0,061 %
Potasio en K_2O	0,026 »

Hay variaciones en la composición textural del aluvio que parecen derivar del régimen hidrológico de los ríos y del sector de la cuenca donde se produce la sedimentación. En el bajo Delta, sometido a la influencia de las mareas, el fango fluvial registra valores texturales que evidencian la participación importante de elementos finos, mientras que aguas arriba de aquél, en áreas dependientes de un régimen de crecientes y avenidas, la granulometría de los materiales iniciales es típicamente arenosa como señala el cuadro siguiente:

CUADUO 11

Composición granulométrica del fango fluvial

	Bajo Delta [1]	Delta antiguo [2]	
Profundidad	0-45 cm	0-20 cm	20-150 cm
Arena gruesa	0,00	0,00	0,00
Arena fina	74,44	85,00	86,59
Limo	14,55	6,90	8,60
Arcilla	10,20	6,00	4,40

Estas diferencias texturales son principalmente debidas al proceso de selección a que están sometidas las partículas en contacto con el agua; las más gruesas son las primeras en decantar en un tramo del río donde la pendiente y la mayor velocidad del agua no permite, como en el delta antiguo, la sedimentación del material fino, que sólo decanta cuando la corriente disminuye y pierde consiguientemente su capacidad de transporte, como sucede en el sector frontal del Delta. Además, el tamaño de las partículas es mayor en las riadas que durante las bajantes.

Los materiales generadores contribuyen a caracterizar vivamente las primeras etapas de la evolución del suelo insular. Un perfil de

[1] Muestra extraída de un depósito frontal situado en la playa terminal del río San Antonio en su desembocadura en el río de la Plata.

[2] Muestra extraída en la isla La Esperanza, frente al puerto de San Nicolás.

una isla en formación, próxima al río de la Plata (página 357), muestra una composición textural y mineralógica muy semejante a los materiales de suelos que transportan las aguas del Paraná. Se nota sin embargo en este suelo aluvial mayor cantidad de arcilla que puede provenir de las mismas fuentes ya señaladas, o bien por edafización "in situ" de los minerales originales como feldespatos, micas, etcétera. En los regosoles del predelta y en los suelos rendzínicos persisten principalmente aun las características litológicas heredadas de los materiales generadores (págs. 359 y 366).

Las aguas del río Uruguay más pobres en calcio que las del Paraná, y algunos minerales provenientes de rocas ácidas muy comunes en su hoya, parecen tener alguna influencia que se refleja localmente en la mayor acidez que adquieren los suelos próximos al río Uruguay en relación a sus similares del resto de la cuenca inundable [1].

B) Relieve.

Es acaso el principal factor en el proceso de formación de los suelos inundables. Normalmente su intervención en la pedogénesis tiene carácter pasivo, pero en el Delta donde la evolución del paisaje depende de los cursos de agua, sus consecuencias al respecto son más positivas superando así los efectos del clima. La principal acción que ejerce es sobre el drenaje, cuyo impedimento dentro del área inundable, es la causa principal de la promoción de los fenómenos que rigen la dinámica de la gleización o proceso hidropédico del cual depende la formación de los suelos dominantes de la región. Influye asimismo de manera importante sobre el escurrimiento superficial y en sus consecuencias sobre el régimen hídrico del perfil, así como también, sobre otras condiciones locales: carácter de la vegetación, grado de erosión, etc.

El relieve gravita de modo diferente según el sector del terreno que se considere. En el bajo Delta, según se ha explicado (pág. 269), la configuración de una isla es similar a la de una cubeta y, si bien toda el área está sometida al drenaje restringido y sujeta a la influencia de una capa freática alta y fluctuante, estas condiciones no se desarrollan sin embargo uniformemente y con igual intensidad en la periferia que en la concavidad. En esta última, en efecto, no hay escurrimiento superficial y toda la cuenca interior se mantiene anegada por el agua de lluvia y la proveniente de los repuntes y crecien-

[1] El autor ya había analizado esta situación en 1936 a raíz de diversas comprobaciones efectuadas en el predelta y en algunas islas, pero estima que aquella afirmación que se hacía en principio, no debe tomarse con otro carácter que no sea con el sentido que explícitamente se señala.

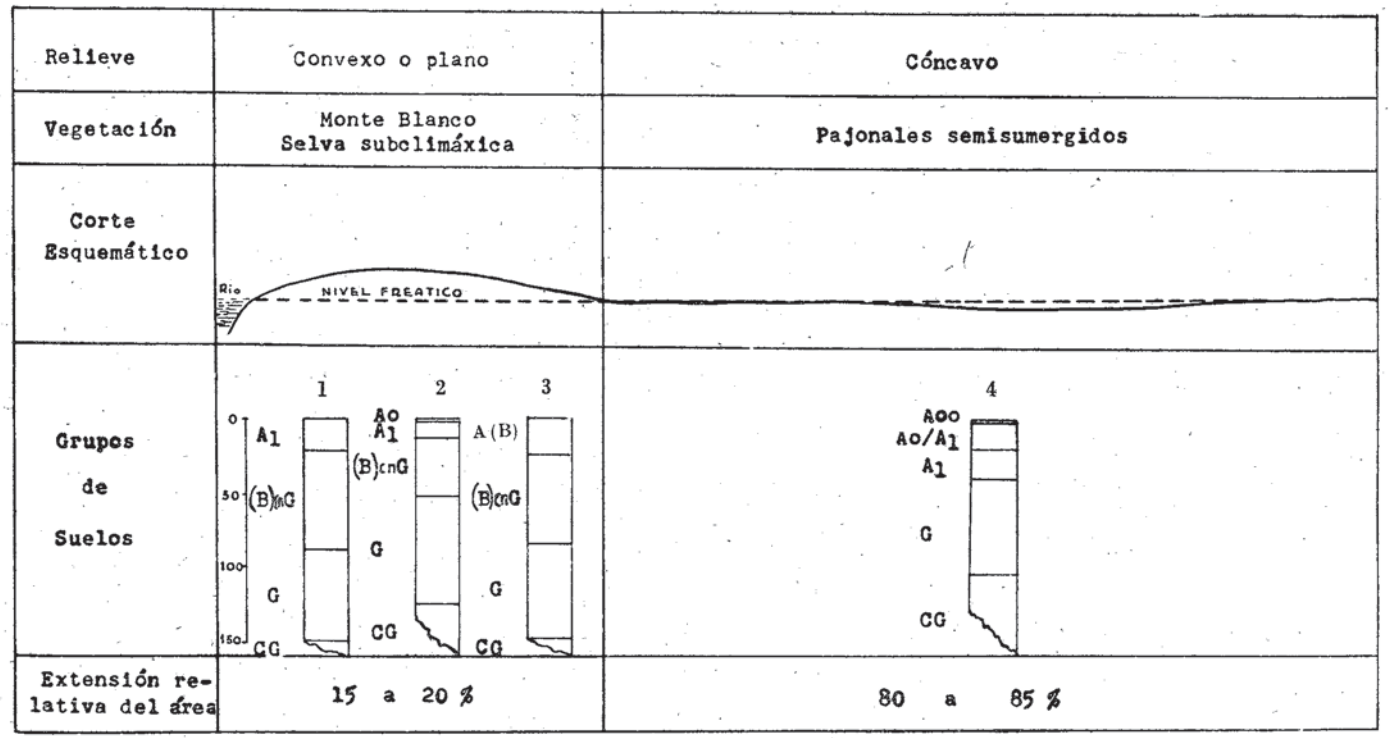


Fig. 28. — El relieve y la vegetación y sus consecuencias en la pedogénesis : 1, gley húmico ; 2, « low humic gley » 3, aluvial gleisólico ; 4, semipantanoso

tes de los ríos. El avenamiento impedido y la capa de agua muy cerca de la superficie o por sobre ella provocan en la parte mineral del suelo condiciones altamente reductoras, que se mantienen casi permanentemente y sin mayores cambios durante casi todo el año debido a la coexistencia del relieve y al régimen hidrológico imperante. El encharcamiento de esta cavidad central estimula, asimismo, el desarrollo de la vegetación palustre, cuyos restos, al acumularse sobre la parte mineral del suelo, dan una expresiva fisonomía a los suelos semipantanosos que contribuyen activamente a formar.

En los bordes de la isla, por lo común convexos y con 1 m de desnivel, aproximadamente, respecto de la cavidad central, no hay estancamiento de agua, pudiendo ésta escurrir hacia el interior subanegado o bien en dirección al río circundante. Esta situación, unida al mejoramiento en las condiciones de drenaje, determina que en este sector donde la influencia del manto acuífero no es total, se produzca un tipo y grado de evolución diferente. Se desarrollan suelos gley húmicos "low humic gley" y aluviales gleisólicos en cuyos perfiles se advierte una zona superior de oxidación que no muestran los suelos semi-pantanosos, y otra inferior, sujeta a condiciones reductoras casi permanentes. La figura 28 muestra gráficamente la interrelación del relieve y la vegetación en la génesis y evolución de los suelos en el bajo Delta.

En el Delta antiguo, donde la topografía es comúnmente plana y con alternancia de concavidades ocupadas por esteros y lagunas con aguas permanentes (pág. 271), se desarrollan suelos hidromórficos pertenecientes a los grandes grupos "low lumic gley" y semipantanosos. En el predelta o "tierra firme" (pág. 272), donde no hay escurrimiento superficial ni erosión y el agua principalmente de lluvia se mantiene inmovilizada por varios meses, es común encontrar suelos negros grumosólicos con alto contenido de arcilla y muy impermeables. En relieve medanoso se localizan regosoles con características asociadas a humedad; en otros sectores del llano inundable del predelta, donde el terreno alternadamente se eleva y deprime con intervalos muy breves, se forman suelos gley húmicos podsolizados, gley húmicos alcalinos y semipantanosos.

C) Agentes bióticos.

a) *Vegetación.* — Los tipos de vegetación que más señaladamente contribuyen a la génesis y evolución de los suelos son los pajonales semisumergidos y los bosques que marginan los cursos de agua. Entre los mismos existen grandes diferencias en cuanto a la cantidad y carácter de la materia orgánica que depositan sobre la superficie y tam-

bién con respecto a la naturaleza y valor agronómico de los suelos que aquellos tipos de vegetación contribuyen a formar en sus respectivas áreas de acción.

El aporte de residuos vegetales, en efecto, es mucho mayor en el primer caso que en el segundo, y también mayor el lapso a través del cual ejerce su influencia la vegetación palustre, carácter este último, que se mantiene prácticamente desde que los materiales originarios han emergido de las aguas hasta las últimas etapas de desarrollo del suelo donde el efecto de la vegetación se hace sentir aún con mayor vigor. En este ambiente de agua estancada, la incorporación de restos vegetales: hojas, tallos, etc., tiene lugar junto y a medida en que se van depositando los sedimentos minerales, pero siempre con gran cantidad de materia orgánica que se acumula por aposición, originando los suelos semipantanosos. La descomposición de la materia orgánica es siempre lenta y parcial y los valores de C/N, mayores siempre de 16, traducen con fidelidad objetiva las condiciones anormales de alteración de aquélla. Por el contrario, la acumulación de los despojos orgánicos que suministra la vegetación arbórea se produce después que ha cesado casi totalmente el proceso de sedimentación mineral; no se advierte en los niveles inferiores acumulación alguna de restos orgánicos provenientes de la vegetación herbácea antecesora de las selvas en galería (pág. 289) y la materia orgánica que deriva del bosque y del tapiz herbáceo que crece bajo este último, se descompone casi completamente incorporándose al perfil sin acumularse con arreglo a la forma indicada en el caso anterior [1]. Los suelos que se desarrollan en estas áreas boscosas son predominantemente gley húmicos, "low humic gley" y aluviales en tránsito. El contenido en materia orgánica es siempre menor al del suelo proveniente de los pajonales. También hay mucha diferencia en cuanto a su calidad, pudiendo al efecto señalarse valores de la relación C/N menores de 15.

b) *Otras actividades bióticas.* — Si bien no se han caracterizado microbiológicamente los suelos, es evidente que en los semipantanosos que se desarrollan en ambientes intermitentemente anegados, hay descomposición anaerobia de la materia orgánica con exhalación de ácido sulfhídrico y metano. Es también muy importante el papel de las bacterias en el proceso de solubilización y precipitación del hierro y manganeso, no siendo improbable que el movimiento de estas substancias en los suelos hidromórficos regionales deba atribuirse a fe-

[1] En algunos sectores del Delta antiguo, principalmente, suelen encontrarse sin embargo capas orgánicas enterradas en lugares dominados por los bosques fluviales y maciegas.

nómenos biológicos, tal como lo señalan en sus experiencias diversos autores (pág. 337).

En los suelos que ocasionalmente son alcanzados por las aguas de inundaciones puede haber un horizonte humífero mulliforme que evidencia la actividad de microorganismos aerobios. Además, es frecuente encontrar en aquéllos lombrices y otros elementos de la fauna menor que no existen en los suelos negros del pajonal.

Aunque limitado a un sector del llano inundable del sur de Entre Ríos, es también notable la acción de las hormigas, en cuanto a sus consecuencias sobre el desarrollo y manejo de los suelos negros arcillosos. Son de tal intensidad sus movimientos, que llegan hasta invertir el orden natural de los horizontes y modificar incluso los rasgos morfológicos del paisaje.

La actividad humana es bien manifiesta, al punto de que su intervención puede modificar el curso de la pedogénesis. Las zanjas de desagües, el dragado y la apertura de nuevos canales a través de las islas con la sepultación consiguiente del material aluvial de fondo sobre el suelo prístino, son los hechos más destacados de la actividad del hombre entre otros muchos que hacen asimismo a la cuestión.

D) Edad o tiempo.

Otro factor que influye sobre los caracteres del suelo y su capacidad de uso es la edad o tiempo, que no debe en rigor definirse en términos de años, sino por el estado de madurez o desarrollo alcanzado por el suelo. Kubiena (1959) señala, sin embargo, que el tiempo no es un factor edáfico contra lo que habitualmente se sostiene [1].

Como ocurre normalmente en todo proceso de evolución de un suelo, también en el área inundable las principales fuerzas de edafización requieren para actuar sobre los materiales generadores un período de tiempo considerable antes que el suelo haya alcanzado su pleno desarrollo. La edad de los suelos regionales puede ser comparativamente estimada por el conocimiento de la historia geológica del paisaje, pudiendo a este respecto señalarse de un modo muy general, que la edad de los suelos del Delta antiguo se identifica con el nacimiento mismo del río Paraná, calculada en 150.000 años cuando este último desembocaba a la altura de Diamante. Sin embargo es siempre muy relativo o engañoso lanzar cifras abultadas para medir a través de las mismas la edad de un suelo, siendo más razonable como lo se-

[1] En la página 1 de la 7ª Aproximación tampoco se menciona la edad como factor edafógeno.

ñala JOFFRE (1949) considerar aquélla en término de estado de madurez, más bien que referirla a años calendario o a la edad geológica del paisaje.

A veces ocurre que en una misma área sedimentaria un suelo se encuentra más desarrollado que otro, no obstante haber estado sometido a la influencia de los principales agentes de la pedogénesis durante un período de tiempo igual o menor. Los suelos del bajo Delta son, por ejemplo, en algunos sectores, más desarrollados que sus homólogos localizados aguas arriba, a pesar de la mayor antigüedad geológica del paisaje que caracteriza al Delta antiguo. Es posible que razones hidrológicas y la vegetación misma, contribuyan a dar esta tónica al perfil. No obstante lo señalado, por regla general se acepta que los suelos más evolucionados provienen de los materiales generadores más tiempo expuestos a la acción de los agentes edafógenos. Esta afirmación es también válida para el Delta o sectores del mismo donde las modalidades del paisaje fisiográfico son similares. La tan repetida frase que "se requieren millones de años para formar una pulgada de suelo" no tiene valor y vigencia alguna en el Delta, pues, en esta región es normal que en pocos días, durante los períodos de anegamiento, las aguas de los ríos abandonen sobre la superficie del suelo depósitos de materiales finos de apreciable espesor.

Juventud, madurez y senectud son precisamente las etapas que caracterizan la evolución de un suelo; las dos primeras son fácilmente advertibles en diferentes puntos de la región. Cuando comienza la formación del suelo insular a partir de aluviones no consolidados (pág. 304) y mientras el proceso de acumulación continúa en forma activa, la masa de sedimentos constituye un depósito geológico, pero tan pronto como aquél cesa o disminuye hasta hacerse apenas perceptible, se desarrolla un suelo joven donde todavía influirán las características litológicas del material madre. Más tarde, con el crecimiento de la vegetación, el incremento de la actividad biológica determina en el suelo nuevos e importantes cambios que culminan con el desarrollo del perfil y su estabilidad a través de la vegetación subclímax.

En el Delta actual es factible comprobar una gama amplia o gradación de valores en el desarrollo del suelo, que van desde los aluvionales, situados en aguas platenses, hasta las tierras deltaicas más altas y antiguas del sur de la provincia de Entre Ríos. Los primeros constituyen suelos jóvenes o bien simples depósitos de materiales frescos producidos constantemente por acción del ciclo deltaico; los segundos, perfiles edáficos con diferenciación de horizontes bien destacados. En el predelta la gradación es también manifiesta, observán-

dose suelos jóvenes o regosoles sin características algunas de perfil y suelos desarrollados gley húmicos podsolizados con horizontes A_1, A_2, B y C.

E) CLIMA.

Este factor edafógeno, que tanta importancia tiene por su carácter activo en la génesis y evolución de los suelos zonales, en el Delta ejerce una influencia inaparente o poco significativa, principalmente en cuanto a la acción de la temperatura y la precipitación, cuya influencia es superada por el localismo topográfico y las malas condiciones de drenaje. Más operante es sin duda alguna, la acción indirecta de los vientos, porque las inundaciones que provocan algunos de ellos (pág. 299), tienen consecuencias edáficas muy significativas, al conferir a los suelos del bajo Delta una fisonomía particular que no muestran los de otros sectores anegables no sometidos a este régimen hidrológico.

BIBLIOGRAFIA

DIRECCIÓN DE AGRICULTURA, GANADERÍA E INDUSTRIA, M. O. P. PROV. DE BUENOS AIRES. 1941. *Memoria de la Estación Agrícola Experimental del Delta*. Junio 1939-Marzo 1941. La Plata.

JOFFE, J. S. 1949. *Pedology*. New Jersey.

KUBIENA, W. L. 1952. *Claves sistemáticas de suelos*. Traduc. A. Hoyos de Castro. Madrid.

MEHLICH, A. 1945. *Effect of type of soil colloid on cation-adsortion capacity and on exchangeable hidrogen and calcium as measured by different methods*. Soil Science, 60 (4). Baltimore.

RIGGI, A. E. 1945. *Bosquejo general de los materiales originarios de los suelos* (en colores). Instituto de Suelos y Agrotecnia. Buenos Aires.

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1938. *Soil and Men*. Yearbook 1938. Washington.

IV. CLASIFICACION DE LOS SUELOS

El suelo es un cuerpo natural dinámico constituído por materiales minerales y orgánicos, en el cual aparece reflejada la influencia de los agentes que han intervenido en su formación: materiales originarios, relieve, clima y agentes bióticos. Normalmente presenta capas u horizontes que colectivamente considerados integran el perfil del suelo. Su clasificación se basa, principalmente, en el examen de los rasgos naturales reunidos en el perfil, tales como número, desarrollo y distribución de horizontes, color, textura, etc.

El ordenamiento de los suelos regionales se efectuó de acuerdo con el esquema desarrollado por THORP y SMITH (1949), con inclusión de algunos nombres y conceptos modernos de uso corriente por el

Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Los estudios publicados hasta ahora indican que el esquema de referencia continúa prácticamente vigente aún en aquel país, no obstante las nuevas corrientes que se vienen desarrollando para consagrar un sistema de clasificación que lo reemplace. Desde 1950, en efecto, el Soil Survey Staff trabaja con la idea encaminada a cumplir aquel propósito de presentar un esquema de ordenamiento amplio y flexible, capaz de permitir modificaciones o incorporar aditamentos que hagan posible su perfeccionamiento. Varias aproximaciones elaboradas a partir de 1953 para su crítica y discusión, señalan con elocuencia la labor y progresos alcanzados al respecto [1].

La descripción de los suelos está basada en el análisis de sus propiedades dispuestas a través de un orden y con un sentido de detalle determinados, en donde se podrá observar, también, que algunas ideas sobre edafogénesis aplicadas a ciertos tipos de suelos por KUBIENA (1953), son asimilables a los del Delta, que tienen una evolución eminentemente topográfica como aquéllos. La categoría más alta en la clasificación de los suelos de la región está representada por los órdenes intrazonal y azonal. En los primeros, que son los más importantes por la gran extensión que abarcan, están comprendidos los grandes grupos de suelos del suborden hidromórficos, denominados semipantanosos y gley húmicos. Los suelos halomórficos como intrazonales, ocupan superficies de menor extensión. Los suelos azonales abarcan áreas más reducidas y en los mismos se incluyen dos grandes grupos: aluviales y regosoles. Los ambientes climatogénicos o zonales están totalmente ausentes en el paisaje. El cuadro 12 completa la idea sobre el ordenamiento expuesto y, asimismo, permite ilustrar de una manera rápida y comprensible, la correlación del suelo con los factores principales que han contribuído a su génesis y desarrollo.

Las unidades edáficas de referencia están representadas cartográficamente en áreas de asociaciones de suelos. Estas y los grandes grupos que les dan unidad y expresión geográfica, se consideran a continuación en forma separada.

A) ASOCIACIONES DE SUELOS.

La asociación de suelos constituye un grupo definido de unidades taxonómicas geográficamente asociadas en un sistema o formación individual (Soil Survey Staff, 1951). Es la principal unidad de mapeo utilizada en todas las cartas o mapas de escala reducida y su empleo es muy útil, en cuanto posibilita generalizar sobre la existencia, dis-

[1] La Séptima Aproximación fue publicada en agosto de 1960 con motivo del VII Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, celebrado en Wisconsin, EE. UU.

tribución y capacidad agropecuaria o forestal de los suelos. Sin embargo, no es suficientemente detallada para proporcionar una información acabada del mismo carácter cuando se trata de inquirir acerca de una propiedad o isla en particular. El mapa de las asociaciones de suelos, muestra solamente los límites generales de las áreas, pero no registra ni pretende registrar el deslinde de los suelos individualmente considerados.

Las condiciones paisajísticas disímiles que caracterizan el ámbito regional (pág. 269), permiten dividir cartográficamente el área en cinco asociaciones, cada una de las cuales reúne dos o más grupos diferentes de suelos asociados regularmente dentro del sistema.

Las asociaciones pueden adoptar el nombre de los principales grandes grupos de suelos o de la unidad geomorfológica donde estos últimos se desarrollan; también son designables con números cardinales. A continuación se formula la caracterización de las unidades de referencia.

a) Suelos semipantanosos y unidades edáficas asociadas. — Entre las comunidades hidropédicas de la región, son los suelos que muestran las características intrazonales más desarrolladas y mejor definidas. Esta asociación abarca aproximadamente el área insular dominada por la vegetación subclimáxica de las selvas en galería y pajonales (pág. 287). Es el sector de la región déltica donde la capa freática se encuentra acaso más cerca de la superficie y donde con más frecuencia fluctúa debido a su vecindad geográfica con el río de la Plata. Este sufre constantes oscilaciones en su nivel, siendo común que al aumentar la altura de agua provoque a menudo inundaciones de breve duración en las partes bajas y depresiones de las islas. Las inundaciones producidas por el río Paraná subsisten más tiempo, pero ocurren muy espaciadamente y su mayor influencia tiene lugar sobre algunos sectores en particular: islas del Ibicuy, río Carabela.

Numerosos son los cursos de aguas vivas a través de los cuales el drenaje puede realizarse sin la lentitud que caracteriza a otros lugares, contribuyendo también a activar el avenamiento la gran cantidad de canales y zanjas de desagües artificiales. El relieve es predominantemente cóncavo en la parte central de la isla con pequeñas elevaciones plano-convexas en las márgenes de los ríos y riveras.

Esta asociación de suelos abarca alrededor de 3.000 km, o sea el 17,1 % del área total de la región [1].

1) *Suelos dominantes.* En esta asociación dominan los suelos semipantanosos de los pajonales subanegados, cuya evolución tiene lugar

[1] Esta cifra como las siguientes, es solamente aproximada.

en la parte más deprimida del área. Abarcan aproximadamente el 80 % de la superficie.

2) *Suelos asociados.* Incluyen unidades principalmente hidropédicas, localizadas en las partes convexas o planas de los albardones con vegetación arbórea, a saber: gley húmicos "low humic gley" y aluviales gleisólicos sin horizonte humífero aparente, pero con fuerte moteado en la zona superior de oxidación. Ocupan aproximadamente el 20 % de la superficie insular, pudiendo también existir en el área de referencia suelos alcalinos solonetizados, solonchaks y algunas formas edáficas intermedias en estado de tránsito, o suelos intergrados.

La principal fuente de recursos es la explotación forestal a base de Salicáceas, y, en menor escala, la fruticultura, cuyo desarrollo tiene lugar preferentemente en el área dominada por los albardones. Hay, asimismo, cultivos industriales, y en la zona de contacto con el predelta se notan algunas manifestaciones de actividad pecuaria. En general predomina la pequeña y mediana propiedad.

CUADRO 12

Clasificación de los suelos y los principales factores que contribuyen a su formación

Gran grupo	Relieve	Vegetación	Materiales generadores
		SUELOS INTRAZONALES	
Semipantanoso	Cóncavo	Palustre (Gramíneas higrof. y Ciperáceas)	Fango fluvio-lacustre
Gley húmico	Plano-convexo	Selvas y bosques higrófilos	Fango fluvial
«Low humic gley»	Plano-convexo	Selvas y bosques higrófilos	Fango fluvial
Aluvial gleisólico	Plano-convexo	Selvas y bosques higrófilos	Fango fluvial
Grumosólico	Plano	Bosques subxerófilos	Limos pampianos
Rendzínico	Suavemente ondulado	Bosques subxerófilos y Gramíneas higrófilas	Sedimentos marinos cuaternarios
Salino	Plano-cóncavo	Halo-hidrófila	Fango fluvial y limos post-pampianos
Salino-alcalino	Plano-cóncavo	Halo-hidrófila	Fango fluvial y limos post-pampianos
		SUELOS AZONALES	
Aluvial	Plano	Acuática y palustre	Fango fluvial
Regosol	Medanoso	Psamófila ; Gramíneas higr. y Ciperáceas	Sedimentos eólicos arenosos

b) *Suelos aluviales y unidades edáficas menores asociadas.* — Dominan el frente de avance del Delta y otras posiciones primordialmente distribuídas a lo largo del río Paraná. Tienen una extensión aproximada de 500 km², o sea el 2,8 % de la superficie total de la región, pero el área que nos ocupa puede sufrir importantes modificaciones por acrecentamiento aluvial y aparecer aumentada en el futuro por el constante avance del Delta en aguas platenses y de islas nuevas en el río Paraná. Es notable la actividad del hombre en su esfuerzo por habilitar al cultivo tierras apenas emergidas de las aguas. Su intervención puede alterar el curso de la sucesión vegetal y las condiciones que concurren al modelamiento natural del relieve.

1) *Suelos dominantes.* En el área dominan: α) suelos aluviales, con horizontes apenas discernibles, y β) unidades similares en tránsito a los suelos hidromórficos de las áreas insulares ya mencionados. En ambos casos hay aporte continuo de sedimentos frescos. Representan estimativamente el 85 % de la superficie.

2) *Suelos asociados.* Hay que destacar: α) las tierras aluviales o "aluvial land", semisumergidas del río de la Plata, cubiertas de juncos o de sauces y alisos, como acontece en los islotes que se desarrollan aguas arriba del bajo Delta; β) los lavados de río o "riverwash", pero éstos, como las tierras aluviales, deben considerarse como formas primarias de evolución a los suelos hidromórficos.

Los suelos se utilizan para forestación y fruticultura, pero sus resultados no conforman en la medida indicada para los de la asociación anterior. También se explota con fines industriales el junco, que crece vigorosamente en las tierras aluviales del río de la Plata. En los islotes del Delta antiguo no hay cultivo, pero el sauce colorado, que crece naturalmente, es explotado para la obtención de leña y aplicaciones industriales menores. Predomina la pequeña propiedad.

c) *Suelos "low humic gley" y unidades edáficas asociadas.* — Es la asociación que cubre mayor extensión territorial, calculándose la misma en 7.000 km², o sea el 40 % de la superficie total. Esta unidad está compendida en un ambiente palustre de riachos y lagunas interiores, situadas en islas de relieve horizontal heterogéneo, muchas de las cuales son anualmente inundadas por las crecientes del río Paraná. En épocas de grandes avenidas todo el complejo insular es cubierto durante 5 ó 6 meses por las aguas. Solamente hasta el extremo sur recibe la región alguna influencia significativa del río de la Plata.

El ambiente edáfico es muy heterogéneo y hay escasa información para establecer, con mayor exactitud que la que se expone, la verdadera extensión que abarcan los suelos de esta asociación.

1) *Suelos dominantes.* Deben considerarse: α) "low humic gley" y/o aluviales en tránsito desarrollados en lugares más o menos altos, cubiertos de bosques fluviales, gramillales y maciegas. β) los semipantanosos, característicos de las depresiones o esteros. Abarcan, respectivamente, el 40 y 35 %.

2. *Suelos asociados.* Otros suelos, tales como los gley húmicos de albardones, los regosoles originados sobre arenas de médanos y aluviales completan el cuadro edáfico de la asociación. Conviene señalar que los gley húmicos y "low humic gley" pertenecientes a esta asociación, muestran escasos moteados de azul y ocre en la zona superior del perfil, a diferencia de los de la asociación referida en primer término.

Actualmente la mayor parte de la superficie es explotada por una ganadería trashumante, que toma este carácter debido al peligro que anualmente crean las inundaciones. Otros recursos importantes son la tala de sauce colorado y espinillo y la explotación de bivalvos fluvio-lacustres para la fabricación de botones. La superficie plantada con Salicáceas es insignificante debido al carácter de las inundaciones, que influyen limitando el valor forestal de las tierras. Sin embargo, hay tendencia por aumentar el área plantada, dado el mayor conocimiento que existe en la actualidad sobre adaptación de algunas especies.

d) Suelos grumosólicos y unidades edáficas asociadas. — Están localizados en el predelta o tierra firme de relieve heterogéneo aunque bajo y ahogado. Existen lomadas medanosas y concavidades y lugares planos que abarcan una extensión considerable; también, sectores suavemente ondulados constituídos por albardones y bajíos brevemente extendidos. Las lluvias y/o las aguas de desbordamiento de los ríos, producen encharcamientos prolongados o grandes inundaciones que tardan en desaparecer por las malas condiciones de avenamiento.

Cubre una superficie de poco más de 6.000 km^2 o sea el 35,42 % de la superficie total.

1) *Suelos dominantes.* En esta asociación se incluyen como tales, los suelos negros arcillosos de los bajíos extendidos, que se clasifican en forma tentativa como grumosólicos y pseudogley bajo cubierta de bosques subxerófilos. Ocupan estimativamente el 40 %.

2) *Suelos asociados.* Deben señalarse principalmente los regosoles desarrollados sobre arenas de médanos y los gley húmicos alcalinos y gley húmicos podsolizados, característicos de los albardones cubiertos también de bosques subxerófilos (10 %). Asimismo, los semipan-

tanosos propios de esteros (20 %), suelos hidromórficos en tránsito a "low humic gley", salinos y algunos tipos de tierras misceláneas que no muestran rasgo alguno de perfil como las tierras conchíferas provenientes de bivalvos marinos.

La principal fuente de recursos es la ganadería de cría y la explotación de los bosques subxerófilos para leña.

e) *Suelos halomórficos* y *unidades edáficas asociadas.* — El ámbito de estos suelos está situado en el bajío anegable que se extiende principalmente entre la barranca del río Paraná y la margen derecha del río homónimo. Tiene una extensión aproximada de 800 km², o sea el 4,5 % del área total de islas y tierras estuáricas bajas y anegadizas.

El relieve es casi totalmente plano con algunas vías de aguas que atraviesan en su recorrido en dirección al río Paraná. El avenamiento del área se desarrolla muy lentamente, como se comprueba cuando la misma es inundada por el agua de lluvia y/o la del río Luján, cuando este último sale de madre. El riacho Baradero y el Paraná de las Palmas producen idénticos efectos en sus respectivas áreas de influencia.

Dominan suelos arcillosos salinos y alcalinos, que ocupan más del 50 % de la superficie. Las formas más comunes son solonchak, soloth y solonetz-soloth. En las áreas cóncavas se desarrollan equivalentes hidromórficos del gran grupo semipantanoso, que abarcan también más del 20 %. También hay gley húmicos y suelos intergrados.

Pocos son los sectores dedicados a la forestación; el carácter arcilloso de los suelos, sódicos en su mayoría, unido al drenaje lento a impedido que rige en el interior del área, son las causas por las cuales la forestación y otros cultivos, tales como forrajes y hortalizas han visto limitada sus posibilidades. Salvo lo ya señalado, la mayor parte de la superficie se dedica a la cría temporal de ganado.

B) Los grandes grupos de suelos.

Se consideran en esta denominación los suelos con características internas comunes, la mayor parte de los cuales han evolucionado en condiciones intrazonales [1]. Se describen de acuerdo con el siguiente orden:

[1] Entre los suelos intrazonales, cada gran grupo incluye los que tienen características internas comunes, desarrolladas primordialmente por la influencia de factores locales de relieve, material generador, etc., sobre el efecto normal de los agentes activos. En los suelos azonales, cada gran grupo comprende formas edáficas similares sin características desarrolladas, debido a la influencia de alguna condición local de los materiales iniciales o de relieve (U. S. Departament of Agriculture, 1938).

a) *Suelos hidromórficos.* — En este suborden se incluyen los grandes grupos de suelos con avenamiento impedido, cuya evolución se cumple a través del proceso intrazonal de gleización característico de ambientes bajos donde la capa freática se mantiene alta y a nivel variable. Puede afirmarse que en el Delta no hay suelo alguno que no esté afectado en mayor o menor grado por aquel proceso y, en tal sentido, hay que señalar que hasta los propios suelos azonales, aluviales y regosoles, muestran signos evidentes de gleización.

He aquí la caracterización pedológica de los principales suelos hidromórficos de la región:

1) *Suelos semipantanosos.* En esta categoría evolutiva se incluyen los suelos negros y anegados de los grandes pajonales semisumergidos, que se caracterizan por tener una cubierta orgánica u orgánica mineral poco descompuesta apoyada bruscamente sobre un horizonte mineral gris azulado [1]. Son los más importantes en cuanto a su extensión territorial se refiere.

a) *Características genéticas:* el principal material de partida es el fango fluvio-lacustre de color pardo amarillento. Son suelos evidentemente AG, cuya formación tiene lugar primordialmente en el área insular, donde el relieve cóncavo, la capa freática muy alta y permanente y la afluencia lateral de las aguas de inundaciones posibilitan la existencia de pantanos u otros ambientes similares con aguas estancadas. Esta situación se presenta con regularidad en el sector de islas, donde el régimen hídrico del perfil está fuertemente influenciado por aguas de mareas y/o de crecientes y avenidas. En el resto del paisaje aquellas condiciones se dan parcialmente, originando como resultado variaciones morfológicas en el perfil que se reflejan en el espesor y contenido de materia orgánica, así como también en la intensidad o desarrollo del horizonte gley [2].

[1] Los suelos semipantanosos están formados por una superficie turbosa u orgánica sobre un suelo mineral gris; se desarrollan en gran parte bajo tipo de vegetación forestal-pantanoso, especialmente en climas húmedos o semihúmedos (U.S. Departament of Agriculture, 1938).

[2] Gley o glei es un nombre popular ruso introducido en la literatura pedológica por WYSOTZKII (1905) para designar, con sentido limitado, a un horizonte más o menos compacto y pegajoso teñido de azul verdoso. Actualmente tiene un sentido más general, después de la descripción hecha por ZAVALISHIN (1928), significando, en términos amplios, un horizonte de reducción anegado con matices gris azulado verdoso, etc., en donde rigen condiciones de vida anaerobias adaptables a los microorganismos del suelo. Según este autor, citado por JOFFE (1949), el gley se presenta sobre materiales arenosos o arcillosos, gris o gris claro con matices azulados o teñido de azul cielo. Estos colores, originados por compuestos ferrosos, son uniformes y dependen de la intensidad de la gleización y de la composición granu-

Cuando las condiciones que rigen la gleización son debidas principalmente, como en el primer caso, a una capa freática muy alta alimentada por los cursos de agua circundantes, el suelo presenta entonces un color gris azulado intenso y uniforme que alcanza inclusive a los materiales generadores hasta más de 2 m de profundidad, en una secuencia de horizontes A-G-CG. El ambiente subácueo, al cual también contribuyen en forma notoria las aguas fluviales de desborde, favorece asimismo la acumulación abundante de materia orgánica y la formación consiguiente de un horizonte húmico cenagoso prominente que el mismo exceso de agua contribuye en gran medida a preservarlo de la oxidación, evitando, así, que el material se descomponga hasta adquirir las propiedades del humus característico de los suelos adyacentes de albardones. Hay que destacar que en los hechos señalados para nada tienen casi que ver las aguas pluviales, pues la totalidad de los fenómenos expuestos pueden desarrollarse con prescindencia de aquéllas.

En el segundo caso los principales elementos que afectan el régimen hídrico del perfil son las aguas de lluvias y la existencia de una capa de agua suspendida más o menos persistente, como ocurre en muchos lugares alejados de la influencia de los cursos de agua [1]. Las características fitohidromórficas son menos evidentes y una multiplicidad de formas distinguen al suelo semipantanoso del área extrainsular como ilustra la secuencia de horizontes A-G-Cg o A-gC o A-G-BC. Esta situación se presenta en muchas partes del llano inundable del predelta, y también, con igual sentido limitativo, en los bajíos ribereños localizados en el ámbito cercano al sector insular, donde las características del suelo se deben más bien a la existencia de una capa de agua temporaria (fig. 44).

La capa de lodo húmico se origina por acumulación de restos orgánicos de una gran variedad de plantas hidro-higrófilas, tales como Gramíneas, Ciperáceas y Juncáceas y, también, aunque en escala menor, con los desechos provenientes de la vegetación arbórea y arbustiva recordada en páginas anteriores. A medida que se va alterando la materia orgánica ésta se entremezcla con el légamo mineral y aumenta gradualmente de espesor por aposición de estratos que se depositan encima del aluvio, capas orgánicas. Estas son manualmente separables entre sí al menor esfuerzo.

lométrica. El gley y los colores a través de los cuales se manifiesta son más netos en los suelos arcillosos que en los arenosos, debiendo a este respecto señalarse que en los suelos de islas los matices azulados del gley, decrecen en intensidad paralelamente con el aumento de arena hasta hacerse apenas perceptible a los 4 o 5 m de profundidad.

[1] Ocasionalmente, la cuenca puede ser inundada también por avenidas.

La descomposición de la materia vegetal es siempre muy lenta y la humificación incompleta, debiendo señalarse el notable cambio de volumen del horizonte negro exteriorizado por fuertes contracciones e hinchamientos. Estas propiedades coloidales se hacen más evidentes en época de sequía o cuando el área se drena artificialmente, observándose que cuando el suelo se seca éste sufre una fuerte contracción seguida de un pronunciado descenso del nivel de la cuenca.

β) *Características dinámicas* y *biológicas:* la característica más importante en el orden dinámico es la conversión, por reducción en medio ácido, del hierro trivalente a la forma soluble divalente, como lo señalan entre otros autores, RUSSELL y RUSSELL (1954), para suelos encharcados similares a los que nos ocupa. La falta de oxígeno y la presencia de humus cenagoso ácido reducen intensamente el hierro, que pasa a la solución del suelo como combinaciones ferrosas, comunicando a la parte mineral del mismo un aspecto gris azulado.

Cuando el nivel freático desciende, el ion ferroso se pone en contacto con el oxígeno y precipita irreversiblemente como hidróxido férrico, de color pardo herrumbroso y en forma de vetas y/o estrías, que se observan en grietas y canalillos que dejan las raíces y los despojos de la primitiva vegetación acuática radicante. Sólo basta fracturar una porción de material para poner en descubierto las manchas de herrumbre. El manganeso es también reducido y solubilizado como el hierro, pero el fenómeno que promueve la acumulación férrica y/o ferromanganésica, no tiene en ambos casos las consecuencias que registran los suelos gley húmicos y otros con drenaje menos impedido y sin horizonte orgánico mineral ácido (págs. 336 y 353).

La falta de avenamiento impide el deslave, pero cuando se drena el área, el hierro es arrastrado lateralmente y derramado a raudales hacia las zanjas de desagües, regajos de horquetas, etc., donde precipita al oxidarse en contacto con el aire. En las paredes de los drenes es factible también comprobar la existencia de una película fina y uniforme de hidróxido férrico ocre anaranjado que recubre la masa gris azulada.

No hay estudio alguno que trate las propiedades microbiológicas de estos suelos, pero, no obstante, puede afirmarse que se desarrollan procesos de reducción y descomposición anaeróbica de la materia orgánica con producción de ácido sulfhídrico y metano a menudo, mostrando así el suelo gran semejanza con los sapropeles límnicos que describe KUBIENA (1952). A veces se encuentran capas orgánicas enterradas alternando con el horizonte G, que pueden o no dar lugar a la exhalación de estos subproductos de la descomposición anaerobia.

El agua subterránea, a más de 10 m de profundidad, puede también contener estas sustancias.

El humus cenagoso que se forma es fuertemente ácido cuando el avenamiento está impedido (pH 3,8), pero tan pronto como el drenaje del área mejora, la acidez disminuye (pH5) y el olor a putrefacto desaparece. El material orgánico de referencia no configura en realidad una turba, a pesar de su apariencia y, en este sentido, más bien es semejante a la formación húmica denominada *Anmoor*, o formas similares que como ésta se desarrollan en ambientes fuertemente encharcados durante una gran parte del año, hasta por encima de la superficie (KUBIENA, 1952)[1]. Cuando el área ha sido sometida a un saneamiento total (zanjeo y endicamiento periférico), el humus cenagoso puede convertirse en mull o hydromull no siendo difícil también encontrar lombrices a poco de regir las nuevas condiciones.

El suelo presenta alternadamente períodos de fuertes humedecimientos y sequías moderadas. El encharcamiento más prolongado tiene lugar en el invierno y primavera, durante cuyo lapso son más frecuentes los vientos del SE y S y muy notables también las lluvias en el área del bajo Delta[2]. El agua se mantiene estancada cubriendo casi literalmente la concavidad de la isla, pero en el verano y otoño, cuando aquellas condiciones pocas veces se presentan, el terreno se deseca. El movimiento del agua en el perfil depende del comportamiento de la capa freática y de las propias aguas retenidas sobre la superficie, sean éstas de desbordamiento de los ríos o de fuentes atmosféricas. El régimen hídrico del suelo queda así definido, mostrando su diferencia con los suelos desarrollados en condiciones de drenaje menos impedido, como ilustra la figura 37.

Cuando joven, el suelo es fácilmente alcanzado por las aguas de repuntes y avenidas, pero en las áreas semisumergidas donde domina el seibal (pág. 289), aquél es muy desarrollado y menor el tiempo en que está también impregnado de agua estancada. Tierras con estas características son señaladas como las más importantes para la producción forestal.

γ) *Características morfológicas:* el anegamiento sobre nivel y la existencia de un manto freático cerca o sobre la superficie, como se

[1] El *anmoor* es una formación orgánica rica en materia mineral, negruzca hasta gris oscuro, cuyos materiales generadores lo suministran los residuos de plantas superiores que crecen vigorosamente en ambientes anegados permanentes o casi permanentes. Es untuoso y fuertemente ácido.

[2] El viento SE o sudestada provoca el levantamiento del nivel hidrométrico del río de la Plata (pág. 299).

ha explicado, se reflejan acusadamente en la morfología del suelo por la formación de capas húmicas distróficas [1] y en el color gris azulado a menudo atravesado con manchas y canalillos de herrumbre del horizonte gley (lám. I).

Cualquiera sea el área insular donde se encuentren, los suelos semipantanosos exhiben siempre una sucesión de capas orgánicas y/u orgánico-minerales dispuestas de acuerdo al ordenamiento siguiente: A_{00} o Förna, formada por residuos de la vegetación palustre no descompuestos [2]; A_0 o A_0/A_1, horizonte orgánico mineral pardo oscuro, arcilloso, constituído por detritus orgánicos parcialmente descompuestos mezclados con sedimentos minerales; A_1, horizonte con abundante contenido de materia orgánica relativamente humificada, arcilloso y de color negro o negro azulado con pasaje brusco al sector mineral anegado del perfil, donde privan condiciones altamente reductoras. Este último, G, puede ser también arcilloso o franco arcillo-limoso, a menudo pegajoso y compacto, aparentemente sin estructura y con algunos restos todavía de raíces gruesas y tallos [3]. El perfil edáfico concluye gradualmente en el horizonte CG, de textura franco arenosa o franco arcillo-arenosa, sin estructura y de color también gris azulado (lám. I). El color de las capas orgánicas, antes negruzcas, viran a gris claro con el desecamiento y oxidación, como puede comprobarse a los costados de las zanjas de desagüe cuando aquéllas son arrancadas del fango para efectuar el drenaje del área.

El horizonte gley, en suelos con estas modalidades, se encuentra generalmente a pocos centímetros de la superficie y siempre a continuación del complejo orgánico o capas de acumulación. Cuando se producen incendios, estas últimas, denominadas localmente "tierra fofa" pueden ser arrasadas en su totalidad y el suelo quedar esqueletizado y sin posibilidad de regenerarse por algún tiempo [4].

Puede faltar A_1, y el perfil presentarse: A_{00}- A_0/A_1- G_1- G_2 o bien mostrar esta secuencia de horizontes cuando se trata de suelos fósiles: A_{00}-A_0/A_1-G-(A_0/A_1-G_1-A_0/A_1-G_2)$_b$ figura 29, y también, aunque

[1] Se refiere al humus y a los suelos que se desarrollan con relaciones biológicas especialmente desfavorables adecuadas para determinados organismos (KUBIENA, 1952).

[2] Los horizontes orgánicos O_1 y O_2, son respectivamente equivalentes a A_{00} y A_0, y los mismos han sido ya incorporados en la 7ª Aproximación.

[3] La 7ª Aproximación registra el cambio G por g como subíndice de cualquier horizonte mineral para indicar condiciones de gleización muy marcadas : A_{2g} B_{1g} C_g.

[4] Los incendios generalmente los producen cazadores furtivos o intrusos interesados por la caza de nutria (*Myocaster coypus*) y otros animales salvajes.

menos frecuentemente: $A_{00} - A_0/A_1 \cdot G_1 - [A_0/A_1\ (B)\ cn\text{-}G]_b$. Este último ejemplo (fig. 29), ilustra el caso de un suelo de pajonal enterrado en tránsito a "low humic gley" con un horizonte de oxidación incipiente de precipitados irreversibles (B) cnG por encima de la primitiva línea de saturación. Suelos semipantanosos estratificados con varios horizontes A enterrados que alternan con horizontes C y G igualmente enterrados, pueden observarse en áreas pantanosas planas lindantes a los cursos de agua de algunos ríos. Las aguas de inundaciones que originan las fuertes sudestadas (pág. 299), pueden a veces abandonar sobre el terreno gran cantidad de sedimentos arenosos y provocar con ello la alteración del ciclo normal de evolución del suelo [1].

Paralelamente a esta situación, se origina también un nuevo ciclo que conduce casi siempre a la formación de un suelo de igual característica genética que el primero, y como éste, el nuevo ente en formación pasará sucesivamente por las mismas etapas hasta lograr formas definitivas. La constitución morfológica original es afectada así por la incorporación repentina de nuevos elementos que dan al conjunto del perfil un aspecto muy diferente al que muestra normalmente como acontece en el caso: $A_0 / C\,(A_1 - G)_b$, perfil I, cuadro 13 o con los ya señalados que ilustra la figura 29.

Los suelos semipantanosos poseen características coloidales altamente desarrolladas (cuadro 13). Presentan hasta poco más de 50% de arcilla que puede provenir directamente del material acumulado por colmataje o bien de la formación "in situ", a partir de materiales más gruesos que se alteran favorecidos por las condiciones locales de saturación que predominan en el área.

Las características texturales y sus variaciones en el perfil son de la mayor importancia para la economía forestal; en tal sentido, se estima que las mejores tierras son las que poseen elementos finos en cantidad significativa y con subsuelo arenoso a más de 1 m de la superficie.

En síntesis, el horizonte gley en los suelos semipantanosos, a menudo se encuentra a pocos centímetros de la superficie y siempre a continuación de la capa o capas de carácter orgánico a orgánico mineral de acumulación. Son equivalentes a los *gley alfa* o suelos gley poco profundos con deficiencia de aire (WILDE, 1946) o *gley húmico* saturado de agua hasta en la superficie durante la mayor parte del año (AUBERT y DUCHAUFOUR, 1956) y a suelos anmooriforme (ANMOOR),

[1] También las avenidas, o la acción combinada de estas con las sudestadas, pueden producir idénticas consecuencias.

según la clasificación de KUBIENA (1953). De acuerdo al esquema referido en la 7ª Aproximación, corresponden al orden de los Alfisoles.

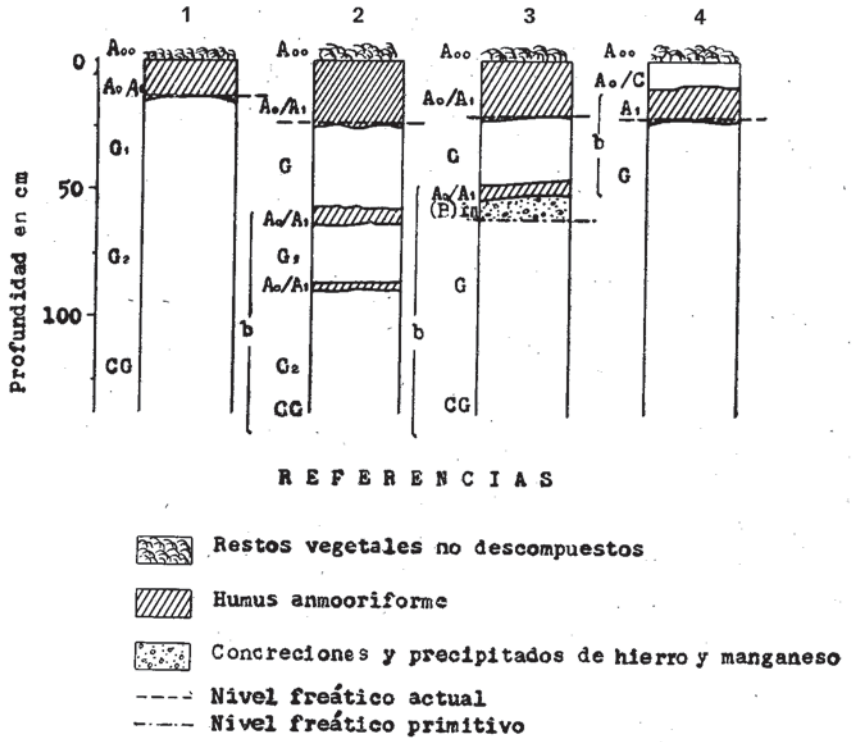


Fig. 29. — Diversas expresiones del suelo semipantanoso del área insular : 1, perfil frecuente : 2 y 4, perfiles enterrados ; 3, suelo semipantanoso sobre suelo «low humic gley» enterrado.

δ) *Propiedades químicas y fisicoquímicas:* en los suelos semipantanosos hay fuerte desintegración química bajo condiciones de acentuada acidez y humedad. Las sustancias que se peptizan no emigran porque tanto la zona del perfil donde tiene lugar la desintegración como la que está situada arriba, está casi permanentemente anegada y sin posibilidad de que aquéllas se movilicen a través del mecanismo seguido por los suelos gley húmicos. No hay horizonte de enriquecimiento de hierro, como elemento se halla prácticamente siempre al estado ferroso. Sin embargo, cuando se drena el área y/o la capa de agua desciende, una pequeña parte se transforma en hidróxido férrico estable de color ocre anaranjado, que se localiza en grietas y canalillos, sin que esto nunca llegue a configurar una zona franca de acumulación, como lo confirma la misma información de laboratorio. Se nota más magnesio que calcio en muchos casos, pero hay que aclarar que no siempre esa tendencia se cumple (cuadro 15). El

contenido de fósforo y potasio en ácidos fuertes, es normal, pero la fracción soluble correspondiente al primero, es apenas detectada por los métodos corrientes de análisis: MORGAN, EGNER, PEECH.

El suelo está descalcificado y la reacción es siempre muy ácida y uniforme en todo el perfil, con valores pH que van de 5 a 4 (fig. 30),

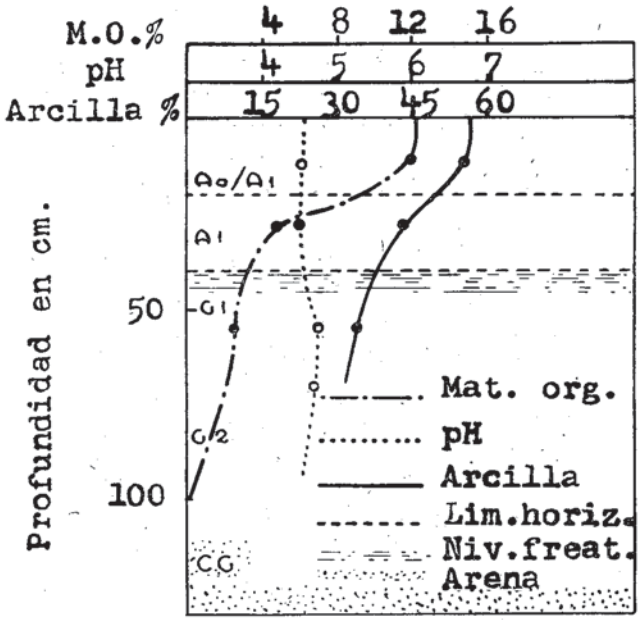


Fig. 30. — Caracterización gráfica de un suelo semipantanoso

mostrándose en este aspecto, diferente a los suelos gley forestales caracterizados por la literatura, como ácido en la parte superior, y neutro o alcalino en la zona inferior de saturación (WILDE, 1946). Aquellos valores se refieren para suelos vírgenes, pero disminuyen hasta pH 5 a 5,5, tan pronto como el terreno se cultiva bajo las condiciones agrotécnicas que son habituales en las islas.

Una propiedad muy notable de estos suelos es el alto contenido de materia orgánica, que puede alcanzar excepcionalmente hasta el 40 % (cuadro 17) [1]. Una parte muy importante de la misma sin descomponer contribuye a que la relación C/N sea muy elevada, con valores siempre superiores a 16. La cantidad de nitrógeno es también muy significativa para suelos cultivados.

Los suelos semipantanosos exhiben características de insaturación muy marcada, siendo pocos los casos en que el porcentaje de saturación con bases excede del 50 %. El catión dominante es el hidrógeno.

[1] Normalmente el tenor de materia orgánica es entre 15 y 20 %.

Entre los alcalinos-térreos los valores más elevados corresponden a veces al calcio, pero en muchos casos, el magnesio es el catión dominante.

La siguiente descripción de un perfil semipantanoso ilustra y completa la relación pedológica expuesta:

A_{00}	— 5 a 0 cm	Residuos de la vegetación palustre no descompuestos, débilmente mezclados con materiales finos de acarreo. pH 4,5. Generalmente de 0 a 10 cm de espesor.
A_0/A_1	0-20 cm	Restos vegetales parcialmente descompuestos mezclados con sedimentos minerales. Gris muy oscuro (5 Y 3/1) en húmedo y gris en seco (5 Y 5/1). Arcilloso o arcillo-humífero. Límite brusco ; pH 4,4 y C/N 16,5. De 10-30 cm de espesor.
A_1	20-40 cm	Negro en húmedo (2.5 Y 2/0) y gris muy oscuro en seco (5 Y 3/1). Arcillo limoso, rico en materia orgánica bastante descompuesta. Plástico y adhesivo. Límite brusco ; pH 4,6 y C/N 13,6. De 5 a 40 cm de espesor.
G_1	40-70 cm	Gris claro con matiz azulado en húmedo (N 6/0) a (10 B 5/1). Hay precipitados aislados de hierro (5 YR 4/6) en grietas y canalillos abiertos por el paso de raíces. Franco arcillo-limoso, plástico y adhesivo. Aparentemente sin estructura. Se observan restos vegetales enterrados. Límite gradual ; pH 5 y C/N 12. de 20 a 60 cm.
G_2	70-110 cm	De igual característica que G_1, pero con poca o ninguna evidencia de hierro férrico.
CG	110 + cm	Gris claro con matiz azulado en húmedo (N 7/0 a 10 B 6/1). Franco arcillo arenoso a franco arenoso. Sin estructura, muy friable ; pH 4,7.

Localización geográfica. Río Seibo.

Región geomorfológica. Bajo Delta.

Materiales generadores. Limos fluvio-lacustres.

Relieve. Cóncavo.

Vegetación. Palustre, con predominio de Gramíneas y Ciperáceas.

Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua ($C_2\,B'_2\,r\,a'$).

Temperatura media anual. 16,2° C.

Precipitación anual. 945 mm.

Producción y manejo: tierras de excelente aptitud forestal, principalmente para el cultivo de Salicáceas, cuyas especies encuentran en este ambiente subanegado, las condiciones edáficas más propicias res-

pecto a vigor y rendimiento en escala acaso no igualada en parte alguna del mundo. Desarrollan vigorosamente en suelos arcillosos y humíferos, profundos, con buen avenamiento, pero cuando las tierras son muy bajas y anegables y con subsuelo arenoso próximo a la superficie, el crecimiento es muy limitado, de lo cual surge, pues, la gran importancia que tiene el conocimiento previo de las características morfológicas del suelo y de drenaje del área como elementos informativos para la elección de las especies. Entre éstas, la más difundida y la de mayor importancia económica es el sauce-álamo (*Salix alba* var. *calva*), que requiere suelos profundos, fértiles y con buen drenaje. Los renovales no desarrollan con el vigor que mostraban antes y, por tal razón, este sauce viene reemplazándose por otros clones denominados híbridos y mestizos, que se adaptan mejor a las condiciones del medio, aunque la calidad de la madera es menos cotizada en el mercado. Aquéllos han sido estudiados con mucha atención por RAGONESE y RIAL ALBERTI (1958) [1], mereciendo destacarse el sauce híbrido por su valor industrial y adaptación a suelos con avenamiento defectuoso y poco fértiles. Los álamos, *Populus* sp. no prosperan en suelos semipantanosos, con excepción del álamo carolino *(P. deltoides)*, cuyo crecimiento es colosal en suelos profundos y humíferos [2]. Una exposición amplia e interesante formula GOLFARI (1958) [3] en su estudio sobre las Salicáceas del Delta. Estas, con excepción de los mimbres, proveen la materia prima para la elaboración de pasta mecánica destinada a la fabricación de papel y madera para envases.

Las Coníferas también se cultivan en estas áreas bajas y pantanosas, pero en escala menor respecto de las anteriores. La reacción ácida del suelo es particularmente favorable para la promoción del crecimiento y el desarrollo de micorizas, sobre todo cuando el rango de acidez se encuentra entre 5 a 6 de pH. La situación opuesta puede ocasionar la limitación del desarrollo y fallas importantes en el cultivo, como resulta de la comprobación efectuada en algunos suelos gley húmicos (pág. 350). Las principales especies que se cultivan son *Pinus eliottii* y *P. taeda*, que proporcionan la materia prima empleada en la fabricación de papel para diarios. Otras especies forestales que prosperan en el pajonal son los eucaliptus, cuyo cultivo tiene su mejor expresión de desarrollo en las tierras más profundas.

[1] *Sauces híbridos originados naturalmente en la República Argentina*. Rev. Invest. Agríc., 12 (2), Buenos Aires.

[2] Suelos de pajonales con estas características se encuentran en muchas islas sobre los ríos Seibo, Sauce, Paraná Bravo, etc.

[3] *Condiciones ecológicas del cultiro de las Salicáceas*. Rev. Invest. Agríc., 12 (2), Buenos Aires.

También hay cultivos de formio *(Phormium tenax)*, cuya producción se industrializa en fábricas instaladas en diferentes lugares del Delta.

La capa freática muy alta y las inundaciones frecuentes constituyen un obstáculo muy serio, principalmente para los frutales de carozo: duraznero *(Prunus persicae)*, ciruelo *(Prunus* sps.), y también para los citrus, que enferman sin posibilidad alguna de regenerarse. Entre los frutales de pepita, el membrillero *(Cydonia oblonga)* es el que mejor se adapta, pero su cultivo es muy limitado. En áreas bien drenadas también se planta el manzano *(Pirus malus)*, el que aun así, también sufre el impacto del exceso de humedad. Debido a estas limitaciones, los frutales, en general, se cultivan sobre las partes menos expuestas al estancamiento de agua.

Ningún cultivo puede hacerse en el área pantanosa si no se practican trabajos previos de saneamiento. La excavación de zanjas de desagües es la práctica más simple y generalizada. Son de diferente sección y profundidad y pueden abrirse directamente a pala, o por medios mecánicos, como ilustra la figura 33. El saneamiento del área puede completarse construyendo terraplenes de circunvalación de diferente altura para impedir y/o regular la entrada de las aguas de crecientes. Los más generalizados denominados "ataja-repuntes" pueden tener hasta 3 metros en la base por 1 a 1,50 de altura, y en la corona de 1 a 1,20 m. El endicamiento periférico suma muchas ventajas, pero se estima que debe también facilitarse el acceso de las aguas en determinados momentos para mantener el suelo en grado óptimo de humedad; además, tampoco hay que olvidar que el limo que se deposita sobre la superficie en cada inundación contribuye a reponer las sustancias que extraen los cultivos. Otras prácticas agrotécnicas de aplicación corriente en estos suelos son el aplastamiento del pajonal por medio de pisones o rolos arrastrados por tractor (fig. 31), y el uso de la guadaña para mantener libre de malezas el terreno durante el primer año de desarrollo de los cultivos. En lugar de rolo también se emplea el rozado del pajonal como práctica previa a la plantación. Aunque no es común, también el pajonal se rotura en los grandes establecimientos forestales para destinar una parte del área como vivero (fig. 32).

El uso de fertilizantes puede ser de interés, cuando el terreno se cultiva con hortalizas o frutales en islas previamente endicadas. En estos casos, como el suelo es ácido y deficitario de calcio y fósforo, conviene aplicar un encalado previo a la fertilización en la medida necesaria para llevar a aquél a un rango de pH entre 5 a 6.

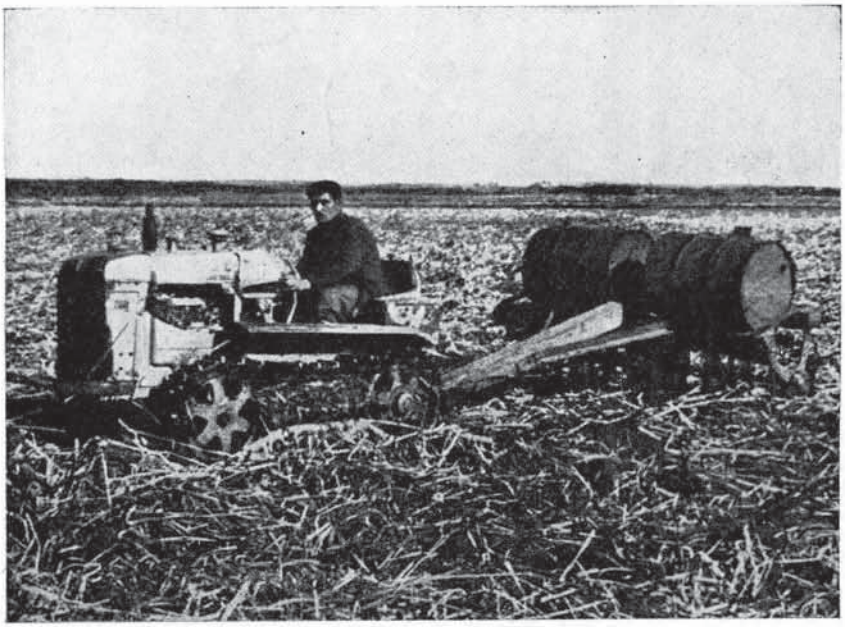


Fig. 31. — Aplastamiento del pajonal por medio de pisón a cuchilla arrastrado por un tractor de 25 HP en una isla del arroyo Martínez. (Foto Golfari)

Fig. 32. — Roturación del pajonal para destinarlo a vivero de sauce-álamo en una isla del arroyo Martínez. (Foto Golfari)

←

Fig. 33. — Máquina zanjeadora, tipo Pipeline excavando una zanja de drenaje, en arroyo Ibicuicito. (Foto Golfari)

Fig. 34. — Efectos de las aguas de repunte sobre una plantación de sauce híbrido en el Pasaje Talavera. (Foto Golfari)

↓

←

Fig. 35. — Cultivo de sauce álamos en suelos semipantanosos. (Reprod.)

Fig. 36. — Cultivo de manzanos en vaso de medio viento en suelos gley húmicos. (Foto I. S. A.)

↓

2) *Suelos gley húmicos.* Están localizados en la parte más alta de las islas y, como los anteriores, también se desarrollan en el proceso de gleización, pero en condiciones de avenamiento menos restringidas. Suelos húmicos ocasionalmente anegados, también existen en los bajíos ribereños y en el predelta, pero su dinámica y biología son diferentes con respecto a los primeros; aunque ubicados taxonómicamente en el mismo rango evolutivo, no son extensivas a los mismos las propiedades de los suelos insulares que se exponen más adelante.

Difícil resulta precisar si son los predominantes entre los suelos existentes en la franja costera, debiendo en este sentido señalarse que ninguna parte de la isla presenta tantas variaciones como el albardón. Sobre éste es factible también encontrar áreas importantes de suelos aluviales en tránsito y "low humic gley", distribuídos sin la continuidad que muestran, por el contrario, en el paisaje los suelos semipantanosos.

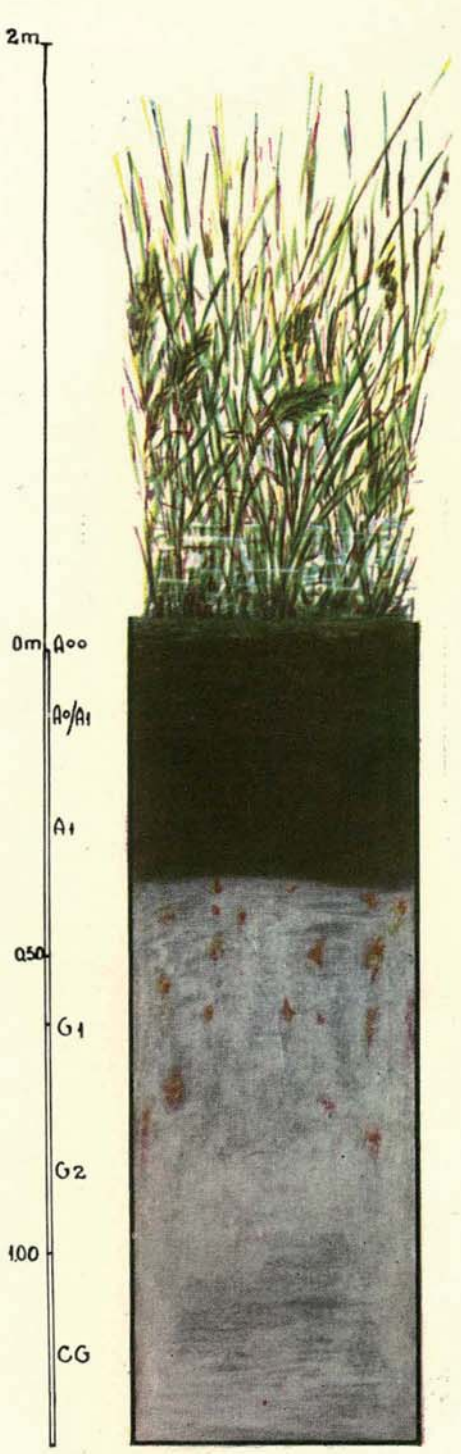
a) *Características genéticas:* se han formado a partir de materiales fluviales con vegetación arbórea higrófila y siempre bajo el influjo de un nivel de agua fluctuante[1]. El relieve es suavemente convexo o plano, y debido a la mayor altura del terreno en este sector de la isla (fig. 28), la capa freática no afecta todo el perfil, como ocurre con los suelos semipantanosos, pudiendo señalarse en este sentido, zonas de aquél, donde existen condiciones casi permanentes de aireación. Generalmente el nivel freático se encuentra entre 1 m y 1,50 m de profundidad.

Cuando el suelo es ocasionalmente inundado por una marea o repunte, el agua no queda retenida por muchos días en la superficie, retirándose tan pronto como se produce el descenso del nivel hidrométrico del río. La ausencia de agua estancada y las condiciones topográficas más favorables configuran un ambiente que no es propicio para el desarrollo de una cubierta orgánica del tipo indicado para los suelos semipantanosos. En consecuencia, los despojos vegetales logran humificarse bastante bien y cuando el área se drena, el suelo muestra a menudo característica: de *mull*[2] o *hidromull*[3]; algunos suelos aso-

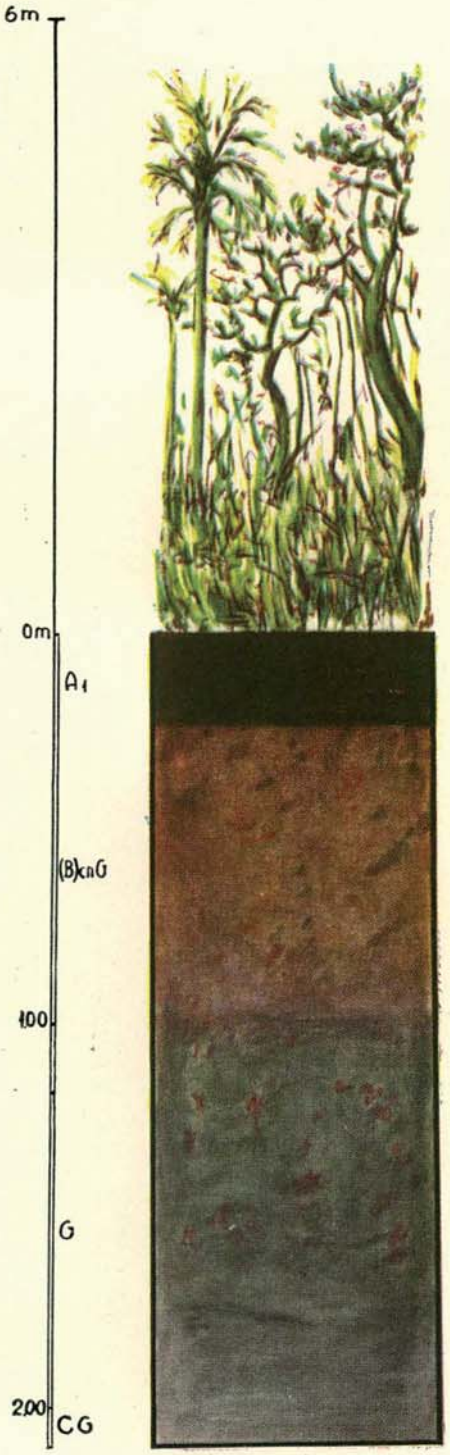
[1] Los gley húmicos, según THORP y SMITH (1949), se desarrollan en condiciones de drenaje pobre a muy pobre, sobre vegetación forestal pantanosa. Poseen horizontes orgánico-minerales oscuros apoyados sobre materiales gleizados.

[2] *Mull.* Tipo de humus formado por materia orgánica bien descompuesta íntimamente mezclada con las partículas del suelo.

[3] *Hidromull.* Mull muy activo desarrollado sobre una capa de agua pero en una zona del perfil constantemente aireada (LAFOND, 1952).



Suelo semipantanoso
(*Half bog soil*)



Suelo gley húmico
(*Humic gley soil*)

ciados a esta formación húmica pueden presentar evidencias de *mor* [1] o formas similares de pasaje *(moder)* [2] antes de alcanzar el estado de mull, sobre todo en las formaciones de tránsito a "low humic gley" o suelos gley subhúmicos situados en los bordes de las depresiones.

β) *Características dinámicas y biológicas:* como en los suelos semipantanosos, hay también en los gley húmicos reducción en medio ácido del hierro trivalente, que se solubiliza pasando a combinaciones ferrosas. Igual suerte alcanza el manganeso, pero en este caso, como en el del hierro, los precipitados irreversibles que se originan a través del doble proceso de oxidación y reducción adoptan formas más tangibles, que a menudo se traducen en concreciones ferruginosas y/o ferro-manganésicas. Algunas veces el agua edáfica puede contener mucho hierro reducido y al oxidarse, cuando se pone en contacto con el aire, se deposita a cierto nivel del suelo bajo la forma de una costra de hierro, similar a la que muestran algunos suelos lateríticos señalados por KELLOG (1937). A veces, según se desprende de la bibliografía, la acumulación ferro-manganésica puede interceptar el movimiento capilar o aislar los dos horizontes (A_1 y G) entre los cuales se desarrolla el proceso.

El fuerte moteado ocre que muestra el suelo y la existencia de compuestos ferruginosos o ferro-manganésicos en forma de manchas herrumbrosas o de laminillas, costras y/o concreciones, son debidos fundamentalmente a condiciones locales de oxidación y reducción alternante y a la mayor profundidad que adquiere el suelo en el sector de los albardones, sean éstos altos o bajos, o cuando aquellas características se desarrollan sobre suelos gley húmicos, "low humic gley" y aluviales gleisólicos. Numerosos autores señalan el papel significativo de las bacterias y la materia orgánica en los procesos de solubilización y precipitación del hierro y manganeso, siendo muy ilustrativos a este respecto los estudios desarrollados por ALLISON y SCARSETH (1942), BERTRÉMIEUX (1951) y BLOONFIELD (1951 y 1954). En los suelos de las islas debe tenerse en cuenta, además, el régimen hidrológico de los ríos, como se verá en seguida.

El hierro reducido a ion ferroso en la zona de saturación, es más soluble y, en consecuencia, se moviliza con más facilidad por acción capilar o por el agua freática ascendente que lo transporta a una parte del suelo donde se oxida y precipita cuando aquélla desciende de nivel. Sus primeras consecuencias se reflejan por el cambio de

[1] *Mor.* Está constituído predominantemente por restos vegetales poco descompuestos depositados sobre la superficie del suelo mineral.

[2] *Moder.* Humus intermedio entre *mor* y *mull* (KUBIENA, 1953).

color en forma de moteado o manchas ocres u ocre rojizas. Es evidente que el proceso de movilización del hierro en estos suelos, se cumple muy similarmente dentro de las tres fases establecidas por BERTRÉMIEUX (1951), a saber: *x*) el hierro combinado pasa a una forma soluble o pseudo soluble; *xx*), en la segunda, tiene lugar la migración propiamente dicha; *xxx*), es la fase final de acumulación, que se produce al encontrar en una zona aireada del perfil condiciones propicias que conducen a la precipitación.

Como acontece con suelos sometidos a idéntica dinámica (RUSSELL y RUSSELL, 1954), (JOFFE, 1949), en estos de la región, también, a medida que el fenómeno se repite, avanza paralelamente la acumulación del hierro y manganeso, que poco a poco van cementando las partículas de arena, hasta culminar con la formación de costras o concreciones. La composición química (REICHART, 1944) revela un alto contenido de hierro y manganeso, principalmente de este último, en su relación con el mismo valor registrado en el análisis del suelo y el material coloidal [1]. Hay poca sílice y aluminio y escasísima cantidad de materia orgánica.

La figura 38 muestra el movimiento del hierro y su acumulación en un sector del perfil, en un suelo de dinámica similar a los gley húmicos. Como no existe ninguna zona de enriquecimiento de arcilla (cuadro 13, perfil VII), hay que atribuir por lo tanto el mayor contenido de hidróxido férrico, que señala el dato analítico, al proceso de desintegración ya mencionado. Tanto los valores de hierro soluble en ácido, como los de los óxidos libres, son en este ejemplo, más elevados en el segundo horizonte (cuadro 16, perfil VII). La evolución del fenómeno, sin embargo, no siempre se presenta con regularidad, observándose, en algunos casos, que el mayor contenido de ambas formas de hierro se encuentra en el sector del perfil más rico en arcilla; en otros, también existe este paralelismo, pero en lo que respecta a los óxidos coloidales libres, éstos muestran algunas irregularidades, como indica el perfil V (cuadros 13 y 16). Esta misma tendencia se observa también en algunos suelos, según se desprende del estudio efectuado por GALLEGO y LABORDA (1959).

El análisis del suelo (cuadro 15, perfil VII), y la curva respectiva (fig. 38) indican, por otra parte, que el aluminio permanece inmóvil, lo que estaría de acuerdo con lo postulado por HOLMES y BROWN y THORP (cita de RUSSELL, 1954) en el sentido de la imposibilidad que le atribuyen al aluminio de pasar por reducción a una forma móvil del carácter indicado para el hierro y manganeso. La acumulación

[1] Las concreciones fueron denominadas con el nombre de « Bobowina » por los antiguos edafólogos rusos (KUBIENA, 1953).

de hidróxido férrico en este horizonte a expensas del subyacente es, pues, un hecho evidente, como lo corrobora el propio empobrecimiento en hierro que señala para este horizonte el mismo análisis. Las manifestaciones férricas son siempre menos expresivas en los suelos del Delta antiguo, donde rigen otras modalidades hidrológicas.

Cuando el suelo es poco profundo y anegado, como acontece con

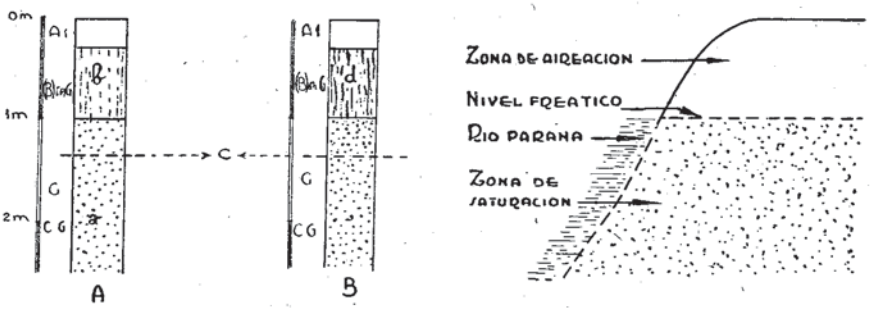


Fig. 37. — Movimiento del agua en los suelos de albardón. A) Perfil en las condiciones anteriores al anegamiento, indicando la altura del nivel freático. B) El mismo suelo inundado varios días después de haber recobrado el río su nivel: *a*) zona de saturación; *b*) zona aireada y/o de actividad capilar; *c*) posición del nivel freático por debajo de la línea de saturación en el momento de la observación; *d*) agua suspendida ingresada por gravedad en la zona de aireación.

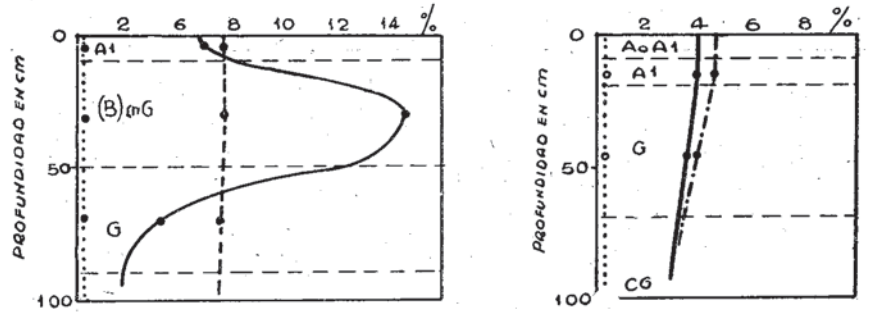


Fig. 38. — Distribución del hierro, aluminio y sílice solubles en ácido clorhídrico. A la izquierda suelo «low humic gley»; a la derecha suelo semipantanoso

Referencias: ——— Fe_2O_3, . — . — . Al_2O_3, ... SiO_2, - - - - - Límite del horizonte

los semipantanosos, el hierro y también muchos otros componentes se mantienen inmovilizados frecuentemente y sin posibilidad de ser trasladados a una zona aireada del perfil; por lo tanto, no hay acumulación del tipo señalado precedentemente, tal como puede notarse sobre todo a través de la comparación entre ambas figuras.

Presenta también el suelo alternadamente períodos de humedecimientos y de fuertes sequías. La saturación no abarca todo el perfil como en los semipantanosos, existiendo en efecto una zona aireada de actividad capilar, hasta donde por excepción puede llegar en

parte el nivel freático, de modo que el agua que se observa arriba de la zona de saturación inmediatamente después de una crecida, no es la capa que ha ascendido, sino agua que ha ingresado al suelo lateralmente o por gravedad, a través de las zanjas de desagües o, simplemente, por anegamiento total de la isla. La figura 37 explica gráficamente el movimiento del agüa en el suelo.

Existe la creencia bastante generalizada de que el agua freática asciende inmediatamente con el aumento del nivel fluvial. Aunque no hay estudios al respecto, es evidente que el movimiento de aquélla no se desarrolla paralelamente con la misma velocidad de las pulsaciones hidrométricas, según queda explicado.

Tampoco existen para los suelos gley húmicos insulares estudios sobre su microbiología, pero lo cierto es que en la evolución de los mismos operan condiciones de mayor aireación respecto de sus vecinos asociados, los semipantanosos. No hay, como en estos últimos, descomposición anaeróbica de la materia orgánica, ni tampoco producción de metano y ácido sulfhídrico.

γ) *Características morfológicas:* también las condiciones de saturación se reflejan en la morfología del suelo, a través de los colores ocres y gris azulado que toman, respectivamente, las bandas superior de oxidación e inferior de reducción. Normalmente el perfil está constituído por: *x*) una zona superficial o humífera, a menudo de poco espesor, en la cual rigen condiciones aerobias; *xx*) un horizonte que indica los límites de la fluctuación de la capa de agua en el cual las condiciones son alternadamente aerobias y anaerobias, y *xxx*) una zona situada en el seno de la capa freática en la cual las condiciones son permanentemente anaerobias.

El primero, A_1, es pardo y con materia orgánica en cantidad muy variable; puede indiferentemente mostrar características de epipedón mólico o úmbrico, pero las de este último horizonte están más bien limitadas a suelos gley húmicos insuficientemente expresados [1]. La composición textural no es uniforme, presentándose casos de horizontes arcillosos y otros con granulometría que exhiben tendencias opuestas. Con frecuencia tienen estructura granular, siendo el límite

[1] Epipedón mólico (7ª Aproximación), es un horizonte superficial que después de removido sus primeros 17,5 centímetros presenta entre otras, las siguientes propiedades: estructura moderadamente fuerte, relación C/N menor de 13 en suelos cultivados y saturación con más de 50 % de bases por el método del acetato de amonio. El catión dominante es el calcio.

El epipedón úmbrico, es un horizonte obscuro con relación C/N mayor que los epipedones mólicos y con menos de 50 % de saturacióu en bases. El catión de intercambio dominante es el hidrógeno.

de pasaje al otro horizonte (B) brusco o neto. [1]. Este se distingue por el fuerte moteado y/o la existencia de concreciones ferromanganésicas (B) cn [2]; normalmente es arcilloso y con menos cantidad de materia orgánica. El tránsito a la zona de saturación propiamente dicha es neto, observándose que las raíces de los árboles frutales interrumpen su recorrido vertical en la línea de contacto con el pelo del agua. La estructura se presenta en bloques irregulares; es duro en seco y moderadamente plástico en húmedo. El tercer horizonte, o G, está casi permanentemente anegado y su morfología se caracteriza por el color gris azulado; muestra cierta plasticidad y aparen-

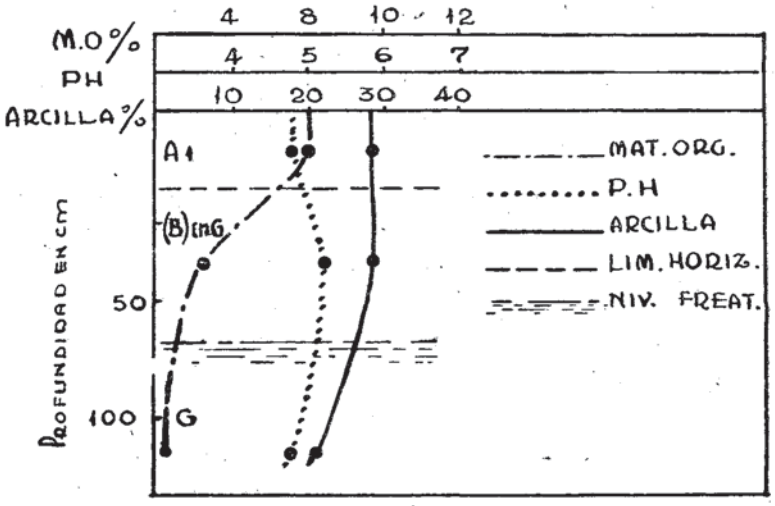


Fig. 39. — Caracterización gráfica de un suelo gley húmico

temente no tiene estructura. El suelo termina gradualmente en el horizonte CG de textura franco arenosa. Los suelos gley húmicos pueden presentar variaciones en el ordenamiento de los horizontes y, a este respecto, cabe citar la existencia de una capa de arena interpuesta entre A_1 y (B); otras veces es una capa de aluvio reciente que sepulta al horizonte superficial.

En las partes menos deprimidas de los bajíos ribereños (pág. 274), hay suelos humíferos gleizados que no muestran la misma secuencia de horizontes. Tienen un horizonte A o "mollic epipedon", franco, bien definido, similar a los brunizem, seguido de un A_3 franco arenoso con

[1] Este horizonte puede ser asimilado a (B) de LAATSH, citado por KUBIENA (1953) o bien, a un horizonte « cámbico » con característica similar a (B), según la 7ª Aproximación. No es, pues, un horizonte B de acumulación iluvial.

[2] cn : Acumulación de concreciones ricas en hierro o hierro y manganeso o hierro y fosfatos. (Soil Survey Staff, 1951).

CUADRO Nº 13. — Análisis físico-mecán

Resultados por 100

Lugar	Grupo de suelos	Perfil	Horizonte	Prof. en cm	Arena grue 0,2 a 2 mm
Arroyo Chajá	Semipantanoso	I	A_0/ C	0-10	0,00
			A_1b	10-20	0,00
			G	20-70	0,00
Río Paranacito	Semipantanoso	II	A_0/A_1	0-30	0,00
			G	30-70	0,00
Río Seibo	Semipantanoso	III	A_0/A_1	0-20	0,00
			A_1	20-40	0,00
			G	40-70	0,00
Río de las Palmas	Gley húmico	IV	A_1	0-20	0,50
			(B)cnG	20-60	0,00
			G	60-120	0,25
Río Paraná Miní	Gley húmico	V	A_1	0-18	0,00
			(B)cnG	18-100	0,00
			G	100-180	0,00
Río Paranacito	« Low humic gley »	VI	A_1	0-12	0,5
			(B)cnG	12-45	0,1
			G	45-105	0,5
Arroyo Brazo Largo	« Low humic gley »	VII	A_1/A_0	0-10	1,10
			(B)cnG	10-50	2,00
			G	50-90	0,00
Río Paraná Ibicuy	Aluvial	VIII	AC	02-0	0,00
			Cg1	20-40	0,00
			Cg2	40-100	0,00
Arroyo Manzano del Medina	Aluvial	IX	AC	0-50	0,00
			Cg	50-90	0,00
Isla Nicanora	Aluvial en tránsito	X	A_1	0-20	0,00
			(B)cnG	20-60	0,00
			A_1b	60-75	0,00
			G	75-115	0,00
Gualeguay (8º Distrito)	Salino	XI	Asa	0-5	0,10
			Cg	5-20	0,20
			C	20-60	0,20
Gualeguaychú (Dist. Alarcón)	Grumosólico	XII	A_{11} g	0-7	0,00
			A_{12} g	7-55	0,00
			A_{13}	55-70	0,00
Gualeguay (8º Distrito)	Grumosólico	XIII	AC_1	0-35	0,00
			C	35-50	0,00
			AC_2b	50-70	0,00
Gualeguaychú (Dist. Ceibas)	Gley húmico alcalino	XIV	A_1	0-30	0,00
			A_2	30-45	0,00
			(B)cnG	65-95	0,00
			CG	95-150	0,00

e los suelos estudiados

e tierra seca a 105°C

Clase y diámetro de las particulas			Materia orgánica	Calcáreo CO_3Ca	Humedad equiv.	Clasificacion textural	Observaciones
Arena fina ,02 a 0,2 mm	Limo 0,002 a 0,02 mm	Arcilla < de 0,002 mm					
77,28	10,80	10,80	1,12	0,00	13,75	Franco	
17,65	34,20	33,60	14,55	0,00	54,35	arenoso	2-0 cm : A_{00}
44,85	32,30	22,10	0,75	0,00	23,65		
2,4	33,4	53,7	10,5	0,00	59,5	Arcilloso	5-0 cm : A_0
13,2	43,3	38,0	5,5	0,00	37,5		
1,20	32,00	54,30	12,51	0,00	49,25	Arcilloso	5-0 cm : A_{00}
7,98	43,15	43,70	5,17	0,00	41,70		
12,42	49,00	35,65	2,88	0,00	40,30		
35,46	26,50	18,15	8,16	0,26	29,93	Franco	
40,23	35,50	22,15	2,08	0,13	28,11		
47,47	33,00	17,15	1,52	0,00	25,50		
66,85	18,80	10,20	5,07	0,00	27,55	Franco	
32,70	39,00	27,30	0,68	0,00	25,30	arenoso	
61,60	22,40	14,45	0,51	0,00	20,60		180 cm + : arena
49,6	25,00	22,9	2,0	0,00	26,6	Franco	
71,4	14,5	12,7	1,3	0,00	16,1		
69,0	16,7	13,0	0,8	0,00	16,1		
3,57	39,30	46,50	9,53	0,00	48,65	Arcilloso	4-0 cm : A_0
6,52	41,50	47,90	2,08	0,00	38,50		
4,31	48,00	44,55	3,14	0,00	39,10		
63,89	19,00	14,40	2,71	0,00	21,40	Franco	
75,09	11,30	12,30	1,31	0,00	14,60	arenoso	
75,42	13,90	9,75	0,93	0,00	14,70		
80,33	40,70	8,20	0,77	0,00	11,50	Arenoso	
65,18	18,30	15,20	1,32	0,00	26,00	franco	
8,32	42,00	46,80	2,88	0,00	38,70	Arcilloso	
13,31	43,60	41,30	1,79	0,00	34,90		
10,39	19,60	64,30	5,71	0,00	53,60		
20,45	23,70	44,40	1,45	0,00	31,80		
27,48	45,60	23,40	3,52	0,00	28,30	Franco	Asa : 2 °/₀
26,60	43,30	28,30	1,60	0,00	28,10	limoso	sales
24,54	23,60	50,20	1,46	0,00	73,80		
30,57	27,07	35,50	6,88	0,00		Arcilloso	
25,10	18,05	45,75	1,80	0,00	37,60		
32,65	15,25	51,40	1,20	0,00	56,80		
0,86	40,15	56,80	2,19	0,00		Arcilloso	
17,01	44,60	37,60	0,79	0,00			
1,94	22,80	73,00	2,26	0,00			
79,35	12,35	5,75	2,55	0,00	23,60	Franco	pH 9,0
86,35	5,80	6,85	0,00	1,00	12,85	arenoso	
78,33	11,20	9,95	0,52	0,00	16,65		
75,35	14,50	10,15	0,00	0,00	15,00		

CUADRO Nº 14. — Análisis físico-químico de los suelos estudiados

Resultados por 100 gr de tierra seca a 105°C

Grupos de suelos	Gley húmico (Perf. IV)			« Low humic gley » (Perf. VII)			Gley húmico alcalino (Perf. XIV)			Semipantanoso [1]		
Horizonte	A_1	(B)cnG	BG	A_1	(B)cnG	G	A_1	A_2	(B)cnG			
Profundidad (cm)	0-20	20-60	60-120	0-10	10-50	50-90	0-30	30-45	65-95	0-26	40-100	100-126
Cationes de cambio												
Valores absolutos en m.e. :												
Bases — Calcio (Ca^{++})	4,00	2,00	1,92	23,0	17,0	26,5	(Ca+Mg)	(Ca+Mg)		13,8	12,2	6,3
Bases — Magnesio (Mg^{++})	6,40	6,40	7,20	12,7	14,2	15,9	22,40	7,00		7,2	6,8	3,2
Bases — Potasio (K^+)	0,51	0,58	0,44	0,4	0,4	0,4	0,60	0,40		4,0	3,0	2,0
Bases — Sodio (Na^+)	1,30	1,37	1,55	0,1	0,8	2,1	0,50	3,60		0,9	0,4	0,3
m. s. totales	12,21	10,35	11,11	36,2	32,4	44,9	23,50	11,00		25,9	22,4	11,8
Hidrógeno de cambio (H^+)	12,91	12,45	9,45	22,6	10,0	13,2				15,4	17,3	14,5
Proporciones centesimales :												
m.e. de la capacidad adsorbente T — Calcio (Ca^{++})	15,92	8,78	9,34	39,1	40,1	45,6	(Ca+Mg)	(Ca+Mg)		33,2	30,5	24,0
m.e. de la capacidad adsorbente T — Magnesio (Mg^{++})	25,48	28,07	35,02	21,6	33,5	27,4	95,31	63,63		17,3	17,0	12,2
m.e. de la capacidad adsorbente T — Potasio (K^+)	2,03	2,54	2,14	0,7	0,9	0,7	2,55	3,63		9,6	7,5	7,6
m.e. de la capacidad adsorbente T — Sodio (Na^+)	5,18	6,01	7,54	0,2	1,9	3,6	2,14	32,74		2,2	1,0	1,1
m.e. de la capacidad adsorbente T — Hidrógeno (H^+)	51,39	54,60	45,96	38,4	23,6	22,7				37,7	44,0	55,1
	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100	190
Indices												
Capacidad adsorbente en m.e. (T)	25,12	22,80	20,56	58,8	42,4	58,1	23,5	11		41,5	40,0	26,3
Suma de bases adsorbidas en m.e. (S)	12,21	10,35	11,11	36,2	32,4	44,9	23,5	11		26,2	22,6	12,1
Hidrógeno de cambio en m.e. (T-S)	12,91	12,45	9,45	22,6	10,0	13,2				15,3	17,4	14,2
Porcentaje de saturación con bases $\left(V = \frac{S}{T}\ 100\right)$	48,61	45,39	54,04	61,6	76,4	77,3	100	100		63,1	56,5	46,0
Porcentaje de insaturación I=100—V	51,39	54,61	45,96	38,4	23,6	22,7				36,9	43,5	54,0
Valores pH determinados (actual)	5,8	5,9	—	5	5,2	5	9	9,3	8,9	5,00	5,03	4,35
Valores pH determinados (potencial)	4,7	4,7	—							4,21	3,90	3,48

[1] Datos analíticos según REICHART (1944).

CUADRO 15

Análisis químico de los suelos estudiados

Resultados por 100 gr de tierra seca a 105°C

Lugar	Grupo de suelos	Perfil	Horizonte	Profundidad en cm	Extracción clorhídrica en g				Extracción acética (Morgan)			
					Calcio CaO	Magnesio MgO	Potasio K_2O	Fósforo P_2O_5	Calcio CaO	Magnesio MgO	Potasio K_2O	Fósforo P_2O_5
Arroyo Chajá	Semipantanoso	I	A_0/A_1	0-10	0,190	0,421	0,010	0,032			0,009	0,0
			A_1b	10-20	0,434	0,738	0,356	0,025			0,010	0,0
			Gb	20-70	0,811	0,695	0,308	0,032			0,008	0,0
Río Paranacito	Semipantanoso	II	A_0/A_1	0-30	0,47	0,79	0,41	0,16	0,22	0,036	<0,04	vest.
			G	45-110	0,18	0,69	0,34	0,05	0,12	0,032	<0,04	vest.
Río Paraná de las Palmas	Gley húmico [1]	IV	A_1	0-20	0,50	0,56	0,39	0,12	0,14	0,02	0,01	0,01
			(B)cnG	20-60	0,50	0,40	0,43	0,10	0,26	0,05	0,00	0,01
			G	60-120	0,76	0,75	0,37	0,11	0,18	0,04	0,00	0,01
Río Paranacito	« Low humic gley »	VI	A_1	0-12	0,61	0,45	0,30	0,11	0,24	0,069	<0,04	0,04
			(B)cnG	12-45	0,31	0,59	0,11	0,07	0,087	0,043	<0,04	0,001
			G	45-105	0,27	0,60	0,17	0,08	0,084	0,032	<0,04	0,001
Arroyo Manzano del Medina	Aluvial	IX	AC	0-50	0,224	0,337	0,116	0,055			0,007	0,0
			Cg	50-90	0,201	0,344	0,013	0,027			0,008	0,0

[1] Elementos solubles en NO_3H N/S.

CUADRO 16

Contenido de hierro, aluminio y sílice de algunos suelos inundables

Resultados por 100 gr de tierra seca a 105°C

Lugar	Grupo de suelos	Perfil	Horizonte	Profundidad en cm	Extracto clorhídrico en g			Tam. en g	
					Hierro Fe_2O_3	Aluminio Al_2O_3	Sílice SiO_2	Hierro Fe_2O_3	Aluminio Al_2O_3
Río Paraná Miní	Gley húmico	V	A_1	0-18	2,91	3,83	2,27	1,24	0,64
			(B)cnG	18-100	5,92	4,83	0,26	0,82	0,48
			G	100-180	2,80	3,88	0,21	1,02	0,22
Arroyo Brazo Largo	« Low humic gley »	VII	A_1	0-10	6,85	7,84	0,15	5,79	3,09
			(B)cnG	10-50	14,51	7,95	0,28	12.26	1,74
			G	50-90	5,07	7,63	0,17	2,89	2,11
Río Paraná Miní	Semipantanoso	XV	A_0/A_1	0-15	1,20	3,01	0,29	0,50	2,78
			G_1	30-40	2,78	6,70	0,22		1,04
			G_2	70-80	3,31	5,94	0,28	1,24	0,48

CUADRO 17. — Materia orgánica y relación C/N de los suelos estudiados

Resultados por 100 gr de tierra seca a 105°C

Lugar	Grupo de suelos	Perfil	Horizonte	Profund. en cm	C	N	C/N	M. O. °/₀₀
Río Paraná Miní	Semipantanoso	II′	A_0/A_1	0-15	23,17	0,76	30,4	39,85
			G_1	30-40	0,52	0,01	52	8,94
			G_2	70-80	1,08	0,02	54	1,85
Río Seibo	Semipantanoso	III	A_0/A_1	0-20	7,25	0,44	16,47	12,51
			A_1	20-40	2,99	0,22	13,59	5,17
			G	40-70	1,67	0,14	11,92	2,88
Río Paraná Bravo	Semipantanoso	III′	A_{00}	0-10	20,04	1,11	18,05	34,46
			A_0/A_1	10-20	15,0	0,89	16,85	25,80
			A_1	35-50	16,32	0,65	25,1	28,07
			A_0b	50-60	10,92	0,38	28,73	18,78
			G	60 +	0,36	0,13	2,77	6,19
Río Paraná de las Palmas	Gley húmico	IV	A_1	0-20	4,74	0,31	15,26	8,16
			(B)cnG	20-60	1,20	0,19	6,31	2,08
			G	60-120	0,88	0,18	4,88	1,52
Arroyo Brazo Largo	« Low humic gley »	VII	A_1	0-10	5,50	0,34	16,1	9,53
			(B)cnG	10-50	1,00	0,10	10,0	1,72
			G	50-90	1,79	0,06	29,8	3,07
Río San Antonio	Aluvial	X′	AC	0-100	0,041	0,06	6,83	0,72
			(B)	100-140	0,061	0,07	8,71	1,05
			Cg	140-200	0,065	0,06	10,83	1,12
Gualeguaychú (Dist. Alarcón)	Grumosólico	XII	$A_{11}g$	0-7	3,99	0,19	21,0	6,88
			$A_{12}g$	7-55	1,03	0,01	10,3	1,77
			A_{13}	55-70	0,68			1,16

moteado manganésico al cual siguen los materiales originarios derivados de limos pampianos y fango fluvial. El horizonte C, es arenoso franco y presenta máculas ferruginosas. El nivel freático se encuentra a más de 2 m de profundidad, pero el mismo se eleva apreciablemente cuando crece el río Luján.

En síntesis, los suelos insulares de esta categoría evolutiva son profundos, bien provistos de materia orgánica y con horizontes bien desarrollados. Son equivalentes a los gley *gamma* o suelos gley profundos, suficientemente desarrollados y con el horizonte gley generalmente entre 1,50 y 2 m de profundidad (WILDE, 1946). De acuerdo con la 7ª Aproximación, estarían incluídos en el orden de los Inceptisoles (3.12); también a los Ultisoles (8.1).

δ) *Características químicas y físico-químicas:* hay fuerte desbasificación, en especial de calcio y magnesio, principalmente por acción de las aguas de inundaciones a través de las cuales se promueve el deslave.

El tenor de calcio es pobre, en general, disminuyendo de arriba a abájo y con cifras que a veces no llegan siquiera a 0,3 % en el extracto clorhídrico. El magnesio observa una distribución y contenido semejante, pero en algunos perfiles estudiados, muestra mayor cantidad que el calcio. El potasio parece escapar a la acción del deslave, a juzgar por los altos valores que señalan los análisis respectivos. El fósforo, si bien normalmente rico en estado potencial, debe estimarse como mediano en estado asimilable para soluciones débiles (EGNER). En cuanto al hierro, su movimiento a través del perfil, determina una zona de enriquecimiento que la morfología y el análisis químico ponen claramente de manifiesto.

El contenido en materia orgánica es muy variable, entre 4 y 8 %, e igual consideración hay que formular con respecto al nitrógeno, cuyos valores van de 0,1 a 0,4 %. El carácter mulliforme del humus, se refleja en la relación C/N, con valores menores de 14, pero, a veces, también es posible hallar relación más amplia, como ocurre con algunas formas edáficas en tránsito.

Los gley húmicos del bajo Delta son, por lo regular, poco saturados con bases, generalmente con cifras que apenas sobrepasan el 50 % de saturación (cuadro 14), pero en suelos con "umbric epipedon" la cifra es menor aún, dominando netamente el hidrógeno de cambio. Entre los cationes bibásicos, los valores más elevados a menudo corresponden al magnesio, lo que estaría de acuerdo con lo señalado por ZAVALISHIN (1928), en el sentido de ser este catión el más fuertemente retenido por los coloides y el menos emigrable en los horizontes gley. La capacidad de adsorción es de

mediana a buena y depende del contenido coloidal del suelo. Los valores pH son siempre ácidos y guardan relación con el estado de insaturación del complejo arcillo-húmico.

La siguiente descripción de un suelo húmico de gley completa la relación expuesta:

A_1	0-18 cm	Pardo grisáceo muy oscuro a negro en húmedo (10 YR 2/1) y gris oscuro en seco (10 YR 4/1) con algunas máculas anaranjadas (5 YR 6/4) intercaladas entre los agregados. Franco arenoso y bien provisto de materia orgánica totalmente humificada. Estructura granular, friable. Límite ondulado brusco; pH 5,7. Generalmente entre 15 y 40 centímetros de espesor.
$(B)_{cn}$ G	18-100 cm	Pardo grisáceo en húmedo (10 YR 5/2) con gran profusión de máculas y moteados herrumbrosos que alternan en rojo amarillento (5 YR 4/6) y gris (2.5 Y 5/0). En seco, pardo amarillento (10 YR 5/4). Franco arcilloso con escasa materia orgánica. Estructura en bloques irregulares, plástico en húmedo y cuando seco duro y difícil de quebrar. Algunas veces laminillas y/o concreciones ferromanganíferas (B_{cn}). Límite neto. pH 5,2. Generalmente entre 20 y 120 cent.
G	100-180 cm	Gris con matiz azulado en húmedo (2.5 Y 6/0), con algunos canalillos herrumbrosos anaranjados (5 YR 4/6). En seco, gris pardo claro (10 YR 6/2). Franco arenoso, aparentemente sin estructura, algo plástico y duro en seco. Límite gradual. pH 5,0. Generalmente entre 50 y 80 cm.
CG	180 + cm	Gris azulado a gris claro en húmedo (2.5 Y 7/0). Arenoso, y sin estructura, y deleznable al secarse.

Localización geográfica. Río Paraná Miní.

Región geomorfológica. Bajo Delta.

Materiales generadores. Limos fluviales.

Relieve. Convexo.

Vegetación. Arbórea de pantano o *monte blanco* (Subclímax de las selvas de galería).

Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua ($C_2\ B'_2\ r\ a'$).

Temperatura media anual. 16,2° C.

Precipitación anual. 945 mm.

Productividad y manejo. Los gley húmicos y sus distintas formas de tránsito constituyen las tierras agronómicamente mejor dotadas, siendo factible practicar sobre las mismas, cualquier clase de

actividad que haga a la explotación del suelo, a saber: forestación, fruticultura, cultivos de hortalizas, etc. También las Salicáceas se cultivan en gran escala en el área de los albardones, principalmente aquellas especies que, como los álamos, no prosperan en ambientes sobresaturados de humedad. Entre los más cultivados deben mencionarse los álamos 154 (A.M.) y el 214, cuya producción también se destina en gran parte para elaborar pasta mecánica para papel y madera para cajones. Las Coníferas desarrollan vigorosamente, favorecidas por las mejores condiciones de drenaje y acidez moderada del suelo. Cuando la reacción es alcalina, es factible esperar la declinación y fallas importantes en el cultivo, como surge de la comprobación efectuada en el río Carabela sobre una plantación de *P. elliotii* en suelo con pH de 7,9 a 8,7 [1].

Entre los frutales, el más difundido es el ciruelo, representado por numerosas variedades que derivan en su gran mayoría de *Prunus salicina.* Estas variedades, como muchos de los híbridos naturales que surgen del cruzamiento de *P. salicina* con otras especies, se caracterizan por el gran rendimiento, siendo su producción totalmente absorbida por la plaza del Gran Buenos Aires. El área de cultivo es el bajo Delta en la zona próxima al centro principal de consumo. También hay que citar el manzano cultivado para la obtención de fruta destinada al consumo fresco y fines industriales. Los citrus ocupan un nivel destacado en el cuadro de la producción frutícola regional, siendo las especies más cultivadas el limonero *(Citrus limon)* y el naranjo *(C. sinensis).* Otras especies no tan difundidas, son el duraznero *(Prunus persicae),* peral *(Pyrus communis),* y kaki *(Diospyro* sp.*).*

La aplicación de fertilizantes, especialmente fosfatados y potásicos, es de gran importancia para los cultivos que lo requieren, tales como frutales, flores y hortalizas. También es indispensable realizar el saneamiento del área y otras prácticas vinculadas con el manejo del suelo. En los húmicos gleizados de los bajíos ribereños se cultivan hortalizas y alfalfa y en los del Delta antiguo la explotación está solamente limitada a la ganadería. En estos sectores no se practica ninguna técnica de saneamiento.

3) *Suelos "low humic gley".* Es otro gran grupo de suelos hidromórficos bastante difundidos en el Delta, a menudo asociado a los gley húmicos y, como éstos, formados en condiciones de drenaje pobre y bajo vegetación de bosques higrófilos o de pajonales en

[1] Análisis e informe realizado en el Instituto de Suelos y Agrotecnia por el ingeniero agrónomo JOSÉ FLORENTINO FIORI.

tránsito al bosque. En el ambiente deltaico, son "low humic gley" típico, los suelos de albardones con horizontes húmicos muy delgados, ricos o no en materia orgánica y el gley a poca profundidad. Por extensión, son asimilables a esta categoría las formaciones edáficas

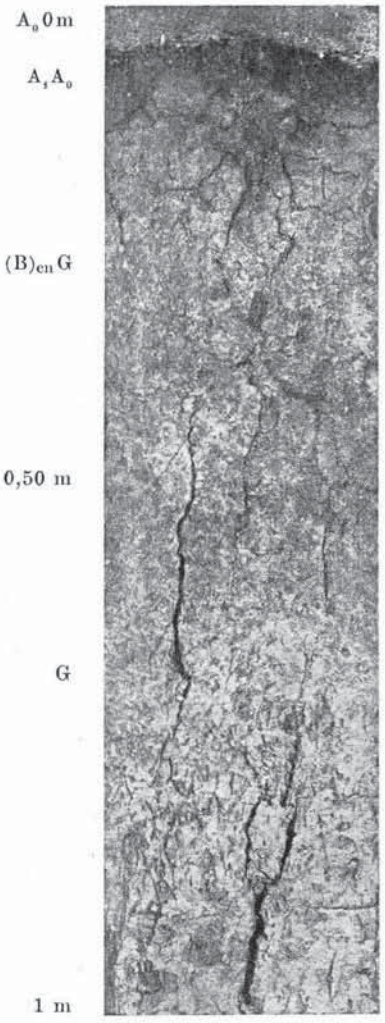


Fig. 40. — Suelo « low humic gley » en una horqueta del arroyo Brazo Largo en Islas del Ibicuy

debajo de bosques que no cumplen, de acuerdo con la terminología que los define, con los requerimientos indispensables para agruparlos entre los planosoles o gley húmicos. Sus características morfológicas coinciden en muchos aspectos con las descriptas por THORP y SMITH (1949) para suelos del mismo nivel evolutivo. La dinámica

es similar a la de los gley húmicos y su biología presenta un estado intermedio de desarrollo entre estos últimos y los semipantanosos, que se refleja principalmente cuando se desarrollan en los bordes de las depresiones.

El horizonte superior es muy delgado y a menudo con mucha materia orgánica bastante descompuesta, continuando luego dos capas similares a las señaladas en los suelos gley húmicos. Corresponde aproximadamente a los *beta gley* o suelos gley moderadamente profundos (WILDE, 1946). Se los incluyen en el rango de los inceptisoles. Son suelos productivos cuando están bien provistos de materiales finos, especialmente para cultivos de Salicáceas y Coníferas. También pueden realizarse cultivos de frutales de pepita y variedades de ciruelo japonés *(Prunus salicina)*.

La información siguiente completa lo señalado precedentemente:

A_0	— 3-0 cm	Restos vegetales parcialmente descompuestos.
A_1/A_0	0-10 cm	Gris muy oscuro en húmedo (2.5 Y 3/0) y gris oscuro en seco (10 YR 4/1). Arcilloso y muy rico en materia orgánica. Se observan todavía algunos restos vegetales. Estructura en bloques subangulares muy firme. Límite ondulado brusco. pH 5. Generalmente entre 5 y 15 cm.
$(B)_{cn}$ G	10-50 cm	Pardo grisáceo en húmedo (10 YR 5/2) con máculas y canalillos herrumbrosos rojos amarillentos (5 YR 4/6) que alternan con colores (2.5 Y 5/0). Arcilloso. Poca materia orgánica y estructura en bloques irregulares; plástico en húmedo y fuertemente compactado y duro en seco. Es factible encontrar concreciones ferro-manganíferas (B_{cn}). Límite ondulado neto. pH 5. Generalmente entre 40 y 50 cm.
G	50-90 cm	Gris azulado a gris en húmedo (5 Y 6/1) con algunos canalillos herrumbrosos aislados de 5 YR 4/6. En seco gris pardo claro (10 YR 6/2). Arcilloso, aparentemente sin estructura y cuando seco, fuertemente compacto y duro para quebrar. Al secarse en condiciones no naturales se producen algunas rajaduras. Límite gradual a los materiales generadores (CG) de textura franco arenosa a partir de 120. pH 5. De 40-70 cm.

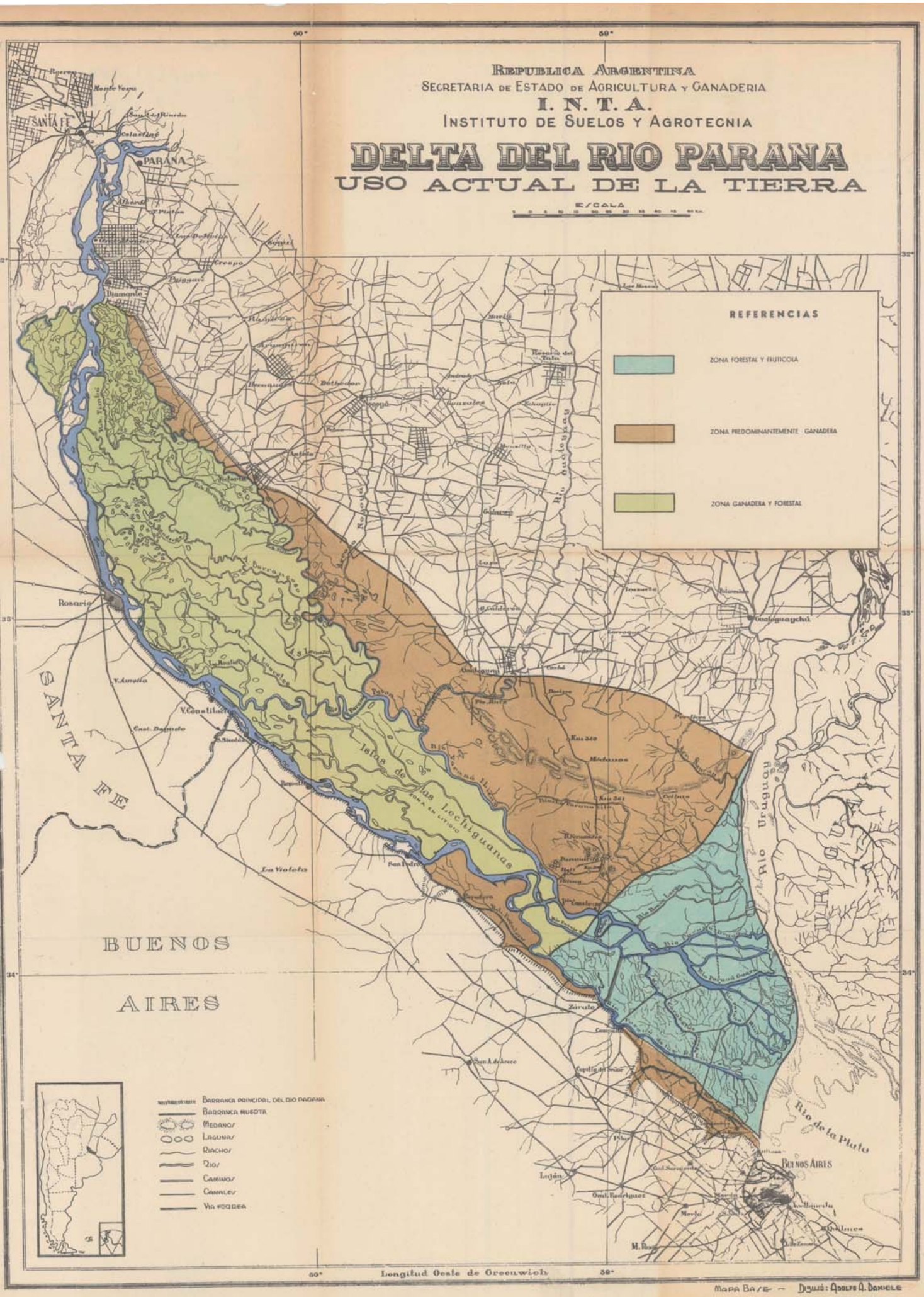
Localización geográfica: Horqueta sobre el arroyo Brazo Largo.

Región geomorfológica: Bajo Delta.

Materiales generadores: Limos fluviales.

Relieve: Convexo.

Vegetación: Arbórea de pantano (monte blanco).


REPUBLICA ARGENTINA
SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
I. N. T. A.
INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA
DELTA DEL RIO PARANA
USO ACTUAL DE LA TIERRA
ESCALA
REFERENCIAS
ZONA FORESTAL Y FRUTICOLA
ZONA PREDOMINANTEMENTE GANADERA
ZONA GANADERA Y FORESTAL
SANTA FE
PARANA
Rosario
BUENOS AIRES
Río Uruguay
Río de la Plata
Islas de los Lechiguanas
BARRANCA PRINCIPAL DEL RIO PARANA
BARRANCA MUERTA
MEDANOS
LAGUNAS
RIACHOS
RIOS
CAMINOS
CANALES
VIA FERREA
60°
59°
58°
32°
33°
34°
Longitud Oeste de Greenwich
MAPA BASE — Dibujó: ADOLFO A. DANIELE

REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

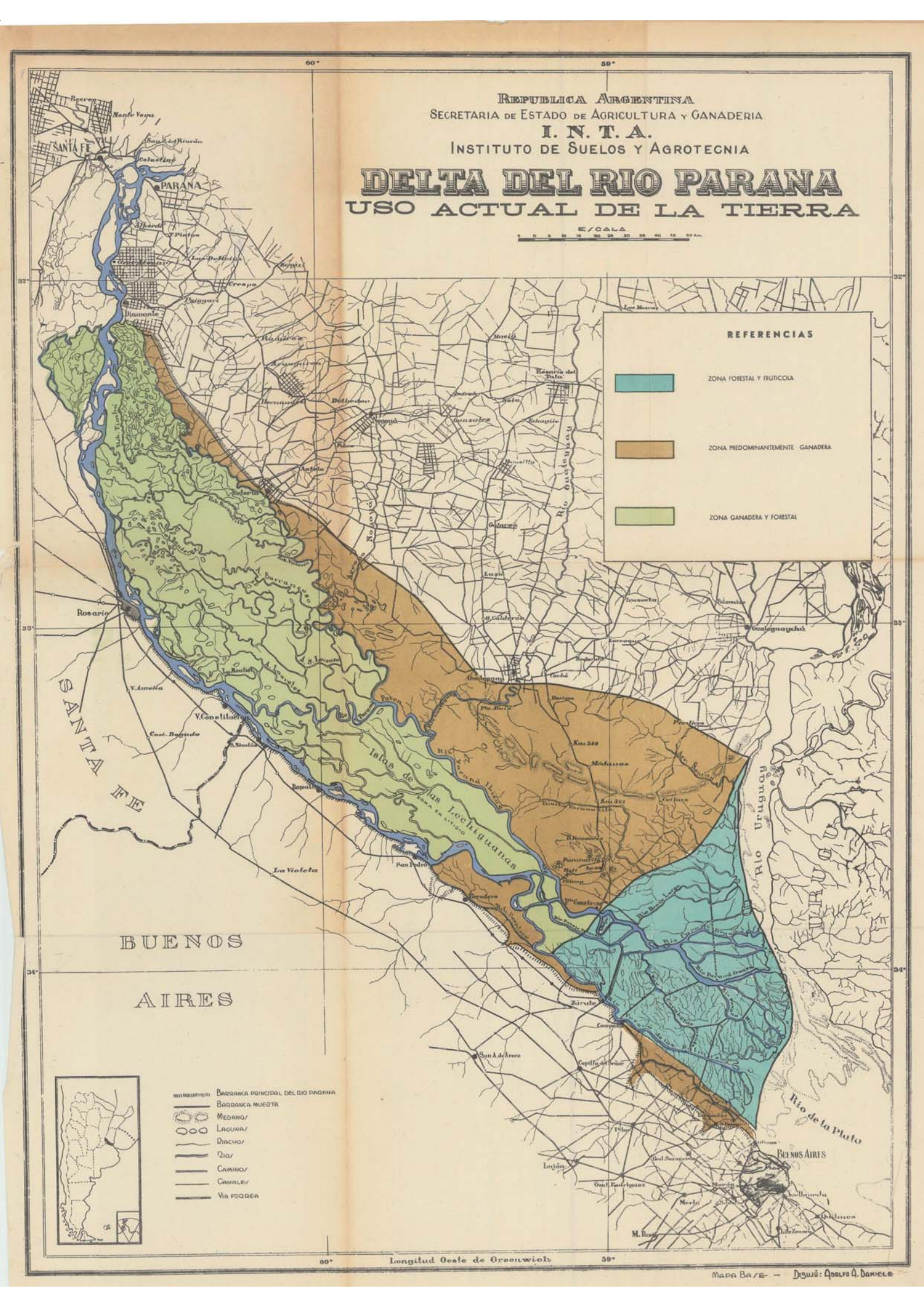
I. N. T. A.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

DELTA DEL RIO PARANA

USO ACTUAL DE LA TIERRA

ESCALA


REFERENCIAS
ZONA FORESTAL Y FRUTICOLA
ZONA PREDOMINANTEMENTE GANADERA
ZONA GANADERA Y FORESTAL
SANTA FE
PARANA
Rosario
Gualeguaychú
Islas de las Lechiguanas
ZONA EN LITIGIO
Río Uruguay
Río de la Plata
BUENOS AIRES
Río Paraná Ibicuy
Río Gualeguay
Río Barrancas
Río Carcarañá
Río Coronda
Río Salado
Río Arrecifes
Río Areco
Río Luján
Río Reconquista
Río Tercero
Río Segundo
Río Ceballos
Río Primero
Río Tala
Río Feliciano
Río Nogoyá
Río Paraná Guazú
Río Paraná Miní
Río Paraná de las Palmas
Río Barca Grande
Río Paraná Pavón
Río Paraná Bravo
Río Paraná Inferior
Río Paraná Ibicuy
Río Paraná Guazú

REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

I. N. T. A.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

DELTA DEL RIO PARANA

CARTA DE ASOCIACIONES DE SUELOS

ESCALA

REFERENCIAS

- SUELOS SEMIPANTANOSOS Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 17,1 %
- SUELOS ALUVIALES Y UNIDADES EDAFICAS MENORES ASOCIADAS: 2,9 %
- SUELOS LOW HUMIC GLEY Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 40,0 %
- SUELOS GRUMOSOLICOS Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 35,4 %
- SUELOS HALO - HIDROMORFICOS ASOCIADOS: 4,6 %

BARRANCA PRINCIPAL DEL RIO PARANA

BARRANCA MUERTA

MEDANOS

LAGUNAS

RIACHOS

RIOS

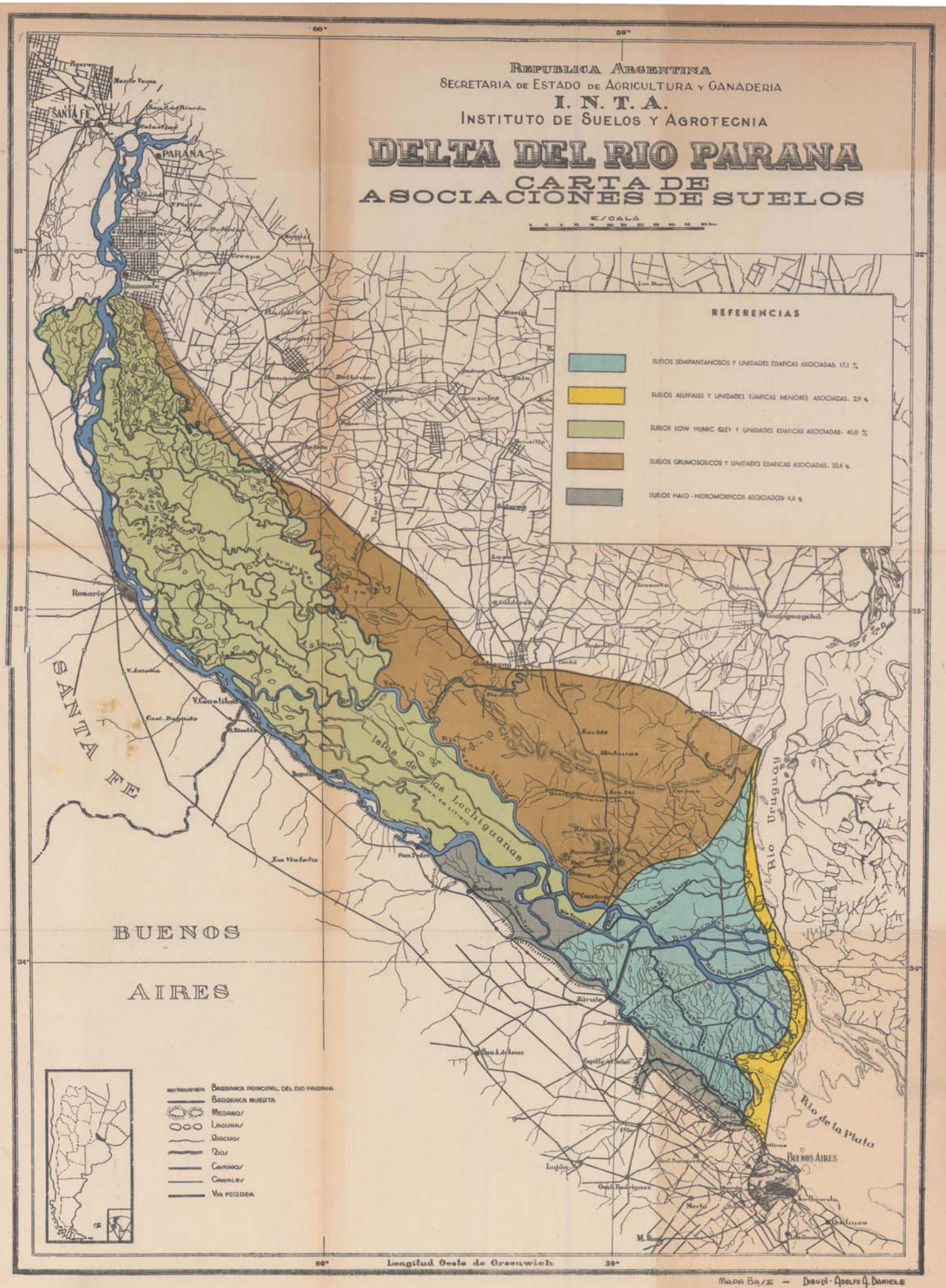
CAMINOS

CANALES

VIA FERREA

Longitud Oeste de Greenwich

MAPA BASE — DIBUJO: ADOLFO A. DANIELE


REPUBLICA ARGENTINA
SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
I. N. T. A.
INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA
DELTA DEL RIO PARANA
CARTA DE ASOCIACIONES DE SUELOS
ESCALA
REFERENCIAS
SUELOS SEMIPANTANOSOS Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 17,1 %
SUELOS ALUVIALES Y UNIDADES EDAFICAS MENORES ASOCIADAS: 2,9 %
SUELOS LOW HUMIC GLEY Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 40,0 %
SUELOS GRUMOSOLICOS Y UNIDADES EDAFICAS ASOCIADAS: 35,4 %
SUELOS HALO - HIDROMORFICOS ASOCIADOS 4,6 %
SANTA FE
PARANA
Rosario
BUENOS AIRES
Islas de las Lechiguanas
Rio Uruguay
Rio de la Plata
BUENOS AIRES
Barranca principal del Rio Parana
Barranca muerta
Medano
Laguna
Riacho
Rio
Camino
Canales
Via ferrea
60°
59°
32°
33°
34°
Longitud Oeste de Greenwich
MAPA BASE — DIBUJO ADOLFO J. DANIELE

Clima: Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua ($C_2 B'_3$ r a').

Temperatura media anual: 16,2° C.

Precipitación anual: 945 mm.

Productividad y manejo: Prácticamente tienen el mismo uso y manejo que los gley húmicos.

4) *Suelos aluviales gleisólicos.* Tienen el mismo origen y propiedades que los suelos gley húmicos y como en éstos, la causa principal de su evolución es la existencia de un manto de agua permanente con nivel variable por debajo de la capa superficial. Presentan una zona inferior fuertemente reducida y otra superior de oxidación de precipitados ferromanganésicos que corresponde al nivel de máxima oscilación del nivel de la capa de agua. Se diferencian de los suelos de albardón ya mencionados. por faltarles solamente el horizonte superior pardo obscuro característico de aquellas formaciones. Por el contrario, el color en seco, es por lo regular, pardo pálido (10 YR 6/3), y en húmedo, pardo (7,5 YR 4/2), moteado de rojo amarillento (5 YR 4/6). En consecuencia, el perfil quedaría así señalado: A(B)-(B) cn G-G. Se desarrollan bajo vegetación subclimáxica (pág. 289) y por su carácter actual de evolución deben ser considerados como formaciones intermedias muy avanzadas en su transición hacia los gley húmicos y "low humic gley".

Son suelos que abarcan también una extensión notable, practicándose el mismo tipo de explotación que se ha señalado ya para las tierras del área insular dominada por los albardones.

5) *Gley húmicos podsolizados.* Se desarrollan en el predelta en un sector de albardones próximo al área insular, cubiertos de bosques de tala *(Celtis spinosa)* y espinillo *(Acacia caven)* (pág. 292). El perfil, ácido, presenta un horizonte humífero A_1 de color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 2/1), y gris oscuro en seco (10 YR 4/1) al cual sigue un material arenoso grisáseo de aparente constitución A_2. Este horizonte muestra algunas manchas ferro-manganésicas y yace sobre la zona de oxidación BG. Con frecuencia se nota entre A_2 y BG una capa delgada notablemente enriquecida de hierro en forma de pequeñas concreciones. El uso del suelo está limitado a la huerta familiar. Pueden encontrarse en su área de desarrollo suelos de idéntica morfología, pero con pH alcalino (cuadro 13, perfil 14).

b) Suelos halomórficos. — En este suborden se consideran suelos íntimamente asociados, cuyas propiedades derivan primordialmente de la existencia de sales neutras o alcalinas o bien de la saturación

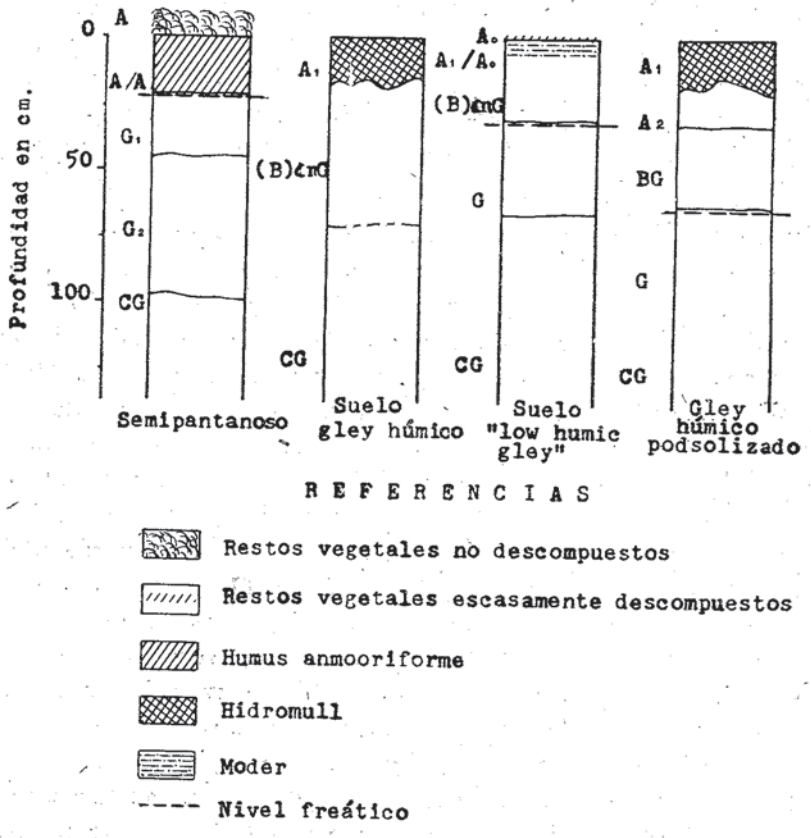


Fig. 41. — Suelos con capa de agua permanente

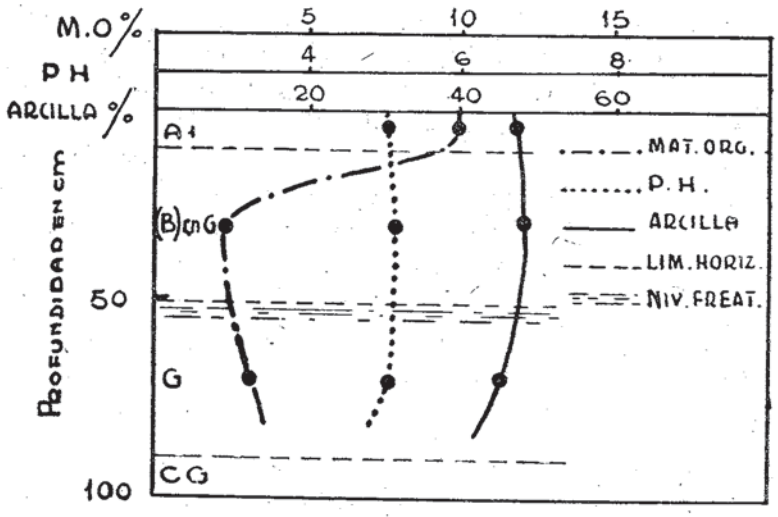


Fig. 42. — Caracterización gráfica de un suelo «low humic gley»

sódica del complejo coloidal. Pueden mencionarse los siguientes, a saber:

1) *Suelos salinos.* También denominados solonchak, se caracterizan por el elevado contenido de sales solubles neutras casi siempre superior a 1 %. No hay estructura ni diferenciación de horizontes, salvo el humífero y el moteado ocre común a los suelos gley. En la región inundable, el área más importante de difusión está compren-

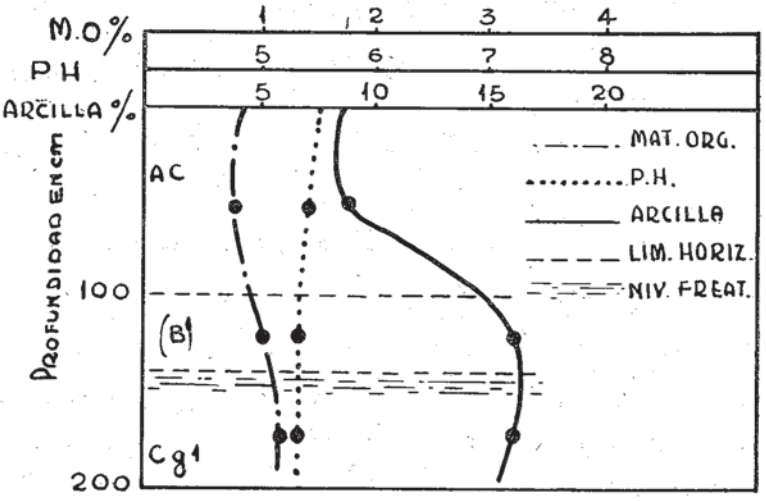


Fig. 43. — Caracterización gráfica de un suelo aluvial

dida entre la barranca del río Paraná y el río Luján, cerca de Buenos Aires. Hay también suelos salinos sobre el riacho Baradero, río Carabelas y en el predelta (perfil 11, cuadro 13) [1]. He aquí las principales características pedológicas de un suelo salino:

A_{1sa}	0-18 cm	Gris muy oscuro en húmedo (10 YR 3/1) con numerosas puntuaciones y estrías blanquecinas de sales neutras que aumentan en profundidad. Franco arcilloso y sin estructura. Friable, suave plasticidad y bien provisto de materia orgánica. Límite de horizonte claro. pH 7,1. Generalmente de 10 a 25 centímetros de espesor.
$A_{3sa/g}$	18-30 cm	Gris oscuro en húmedo (10 YR 4/1) con puntuaciones y estrías salinas más expresivas que el anterior y con abundantes moteados ferro-manganíferos que continúan hasta

[1] Los suelos salinos del predelta, presentan indistintamente condiciones de hidromorfismo temporario a permanente. El agua freática es fuertemente salina y puede contener hasta 5 % de residuo seco.

los 90 centímetros. Franco sin estructura, friable y menos provisto de materia orgánica que el anterior. Límite de horizonte claro pH 7. Generalmente entre 10 y 30 m.

C_{1g} 30-90 cm Color fundamental pardo oscuro (10 YR 4/3). Hay abundantes moteados, pero sin mostrar evidencias salinas. Franco arenoso, sin estructura y límite de horizonte gradual.

C_{2g} 90 + cm Color fundamental, pardo grisáceo (10 YR 5/2), con pocos moteados. Arenoso franco y sin estructura. Nivel freático a 1,40 metros de profundidad.

Localización geográfica. Río Luján (entre Escobar y Benavídez).
Región geomorfológica. Bajíos ribereños.
Materiales generadores. Limos post-pampianos y fluviales.
Relieve. Plano.
Vegetación. Halófila.
Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B'_2 r a').
Temperatura media anual. 16,2°C.
Precipitación anual. 945 mm.

2) *Suelos salino-alcalinos.* Muestran también características asociadas a humedad, pero sus principales propiedades resultan del elevado contenido de sales y alta alcalinidad sódica. Integran un grupo importante de suelos asociados que aparecen en el paisaje formando manchones o peladales de variada extensión. Generalmente son arcillosos y ostentan una capa superior blanquecina pulverulenta. Los suelos salino-alcalinos pueden presentar en algunos casos características de solonetz y, en otros, cuando la degradación de estos últimos se hace evidente, pueden mostrar características de soloths o soloth-solonetz con pH neutro en la superficie. Están prácticamente confinados en el área de los suelos salinos.

Tanto los suelos salinos como los salino-alcalinos, tienen una capacidad de uso estrictamente limitado a la ganadería de cría.

c) Suelos azonales. — En este orden se incluyen los suelos que THORP y SMITH (1949) caracterizaron con un mínimo o casi mínimo desarrollo de perfil. En el Delta, están representados por los suelos aluviales y regosoles, cuyas propiedades y uso actual de los mismos se consideran a continuación.

1) *Suelos aluviales.* Están formados por una masa fresca de aluvión fluvial, con características de horizontes apenas discernibles [1]. Se loca-

[1] Corresponden al orden de los entisoles (1,13).

lizan en su mayor parte en el frente de avance del Delta, donde forman un gran arco constantemente sometido a la influencia del río de la Plata [1]; también ocupan superficies minúsculas en islotes situados en el álveo principal del río Paraná, aguas arriba de San Pedro (figs. 20 y 21). Los aluviones muy jóvenes están saturados de agua casi permanentemente y no muestran diferenciación de horizontes, pero en las formas gleizadas en tránsito a los suelos semipantanosos y gley húmicos, se comprueba la existencia de horizontes débiles con algunas características que evidencian ya la transformación y liberación del hierro. También es factible localizar unidades en tránsito con horizontes humíferos enterrados alternando con el aluvio (perfil X, cuadro 13).

Los suelos aluviales, también denominados fluviogénicos (JOFFE, 1949), constituyen, pues, estados iniciales en la pedogénesis, o etapas de tránsito hacia los suelos hidromórficos en cualquiera de los niveles o grandes grupos regionales ya caracterizados. Reciben a menudo aportes de sedimentos frescos y debido a su juventud, en sus características predominan propiedades heredadas de los materiales generadores. El análisis petrográfico de un suelo aluvial gleizado (perfil X′, cuadro 17), arrojó el siguiente resultado[2].

AC 0-100 cm *Arena fina.* Predominio de cuarzo. Frecuencia de clorita y granos opacos de minerales férricos. Escasa cantidad de piroxeno, vidrio volcánico y feldespatos. Rara vez turmalina y zircón.
Limo. Predominio de cuarzo y restos orgánicos silíceos. Escasez de biotita verde, turmalina y clorita.

C (B) 100-140 cm *Arena fina.* Hay predominio de cuarzo. Frecuencia de granos opacos de minerales férricos y feldespatos. Escasez de vidrio volcánico, mica, clorita y anfíboles. Más escasos aún : epídoto, zircón, turmalina y rutilo.
Limo. Constituído principalmente por cuarzos y restos orgánicos silificados. Hay biotita, turmalina, calcedonia y óxidos férricos que tiñen el material.

Muchos de los componentes minerales encontrados en este suelo son comunes a los del material que llevan en suspensión las aguas del río Paraná (pág. 306).

La textura es predominantemente franco arenosa en los suelos aluviales del sector frontal del Delta. Un perfil estudiado en 1947, próximo a la desembocadura del arroyo Manzano del Medina en el

[1] Hay fuerte oscilación de la capa de agua y su intensidad es siempre mayor que la producida en los suelos gley.

[2] Análisis efectuado por la profesora YOLI A. LAGISQUET en 1949.

río de la Plata, señala aquel rango textural para el horizonte AC de color pardo amarillento grisáceo, cuyo contenido en materia orgánica apenas es detectado por el análisis (perfil IX, cuadro 13). El pasaje es neto al horizonte gleizado Cg_1. Hay restos de raíces de juncos y también mayor contenido de arcilla, siendo el color pardo azulado difuso. Gradualmente pasa a los materiales generadores arenosos Cg_2 a los 90 centímetros de profundidad.

Situado en áreas del albardón, este suelo aluvial ya cultivado con limoneros *(Citrus limon)*, fue espectacularmente rebasado por las aguas del río de la Plata en la marea de abril de 1940, que lo cubrieron hasta 3 m de altura, manteniendo inundado el albardón durante 7 días y dejando un espeso manto de sedimentos sobre la superficie. Se estima que el suelo de referencia comenzó a formarse en la época en que transcurría la iniciación del presente siglo.

En el alto Delta las variaciones granulométricas son más acentuadas y las mismas dependen del estado de desarrollo alcanzado por el suelo. En esta región geomorfológica es factible señalar una gama amplísima de valores texturales, que abarca desde los suelos arenosos hasta los arcillosos y sus grados granulométricos intermedios. El perfil X, de un suelo aluvial en tránsito a subhúmico de gley y el IX de un suelo aluvial joven (cuadro 13), son ejemplos, precisamente, de rangos texturales extremosos.

La descripción pedológica siguiente caracteriza un suelo aluvial del sector frontal:

AC	0-55 cm	Pardo rojizo oscuro en húmedo (5 YR 3/4). Franco arenoso, aparentemente sin estructura, friable. Escasa materia orgánica y sin calcáreo. Límite de horizonte neto. pH 6,3. Generalmente entre 40-100 cm.
$C\ (B)_g$	55-95 cm	Pardo rojizo oscuro en húmedo (5 YR 3/2). Franco arenoso a franco. No se observa estructura ni calcáreo ; poca materia orgánica y friable. Límite de horizonte neto en coincidencia con el nivel freático. En esta línea se detiene bruscamente el desarrollo radical de las Salicáceas. pH 6,4. Generalmente entre 20-60 cm.
Cg_1	95-120 cm	Gris muy oscuro en húmedo (5 Y 3/1) con algunos moteados ferruginosos en canalillos dejados por raíces y tallos de juncos. Franco arcilloso con estructura masiva y algo plástico. Se observan todavía resto de la vegetación palustre primitiva pero no raíces en actividad. Límite de horizonte gradual. pH 5,2. Generalmente entre 50-70 cm.
Cg_2	120 + cm	Gris oscuro en húmedo (5 Y 4/1). Franco a franco arenoso y aparentemente sin estructura. Todavía hay restos de vegetales. El perfil termina gradualmente en los materiales generadores arenosos sin edafizar.

Localización geográfica. Canal del Este.
Región geomorfológica. Bajo Delta.
Materiales generadores. Limos fluviales.
Relieve. Plano convexo.
Vegetación. Salicáceas cultivadas.
Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B'_2 r a').
Temperatura media anual. 16,2°
Precipitación anual. 945 mm.

La aptitud forestal de las tierras es inferior a las comunes dominantes de la región, debido a las condiciones coloidales poco desarrolladas (muy poca arcilla y humus) y al hecho de ser aquéllas bajas y muy inundables. Se plantan algunas Salicáceas, pero su crecimiento es moderado. Los frutales, citrus y algunos de pepita y carozo, también se cultivan, pero su crecimiento se ve resentido por las condiciones de saturación, no obstante el desagüe que se practica en el área. En los suelos más inundados se explota el junco con fines industriales y, en islotes situados aguas arriba de San Pedro, es común el corte del sauce colorado *(Salix humboldtiana)*.

2) *Regosoles.* Se desarrollan sobre sedimentos arenosos, sin mostrar característica alguna de perfil o bien presentan horizontes pedológicos apenas esbozados a través de una masa profunda e incoherente. Sus rasgos de azonalidad son siempre muy uniformes [1] (lám. II).

Los regosoles están localizados predominantemente en el predelta a lo largo de una cadena de médanos que se extienden entrecortados desde el riacho Victoria hasta el río Uruguay (pág. 272). Los médanos situados en el interior de muchas islas del alto Delta, son también ejemplos demostrativos de la existencia de este gran grupo de suelo azonal arenoso. En ambos casos, los regosoles presentan características asociadas a humedad debido a las malas condiciones de drenaje que rigen en esta área deprimida sometida a inundaciones periódicas. En épocas de grandes lluvias o cuando principalmente el nivel hidrométrico del río Paraná aumenta en forma considerable entre los meses de enero y abril, es común que tenga lugar el anegamiento del suelo al ascender la capa de agua hasta muy cerca de la superficie. El encharcamiento es más pronunciado aún, cuando se conjugan ambas causas, como aconteció en abril y meses siguientes de 1959, en que el área de los médanos soportó el asedio de las aguas de creciente de los ríos Paraná y Uruguay y las propias provenientes de las lluvias que fueron muy abundantes durante ese año (fig. 17 y pág. 281).

[1] Corresponden al orden de los entisoles (1,12).

El análisis mineralógico de las arenas de un regosol en Paranacito (F.N.G.U.) señala la siguiente composición [1]:

0-90 cm	Asociación de minerales, donde se observan entre otros: magnetita, pirita, hematita, zircón, rutilo, cuarzo y feldespato.
90-135 cm	Magnetita, pirita, turmalina, zircón, rutilo, cuarzo y feldespato.
135-180 cm	Predomina magnetita y luego los mismos minerales pesados anteriores. Hay algunas laminillas calcíticas o restos de conchillas (*Corbula mactroides*).

La síntesis siguiente ilustra respecto al carácter pedológico y agronómico de los regosoles del predelta:

CA	0-40 cm	Pardo amarillento claro en seco (10 YR 6/4) y pardo amarillento oscuro en húmedo (10 YR 4/4), arenoso, suelto, estructura grano simple con límite de horizonte gradual. Escasísima cantidad de materia orgánica: pH 5,8.
C_g	40-180 cm	Pardo muy pálido en seco (10 YR 7/4) y pardo amarillento en húmedo (10 YR 5/4) con máculas aisladas de color rojo amarillento (5 YR 5/6). Arenoso, suelto, estructura grano simple. No contiene materia orgánica. Nivel freático normalmente a más de 1,50 m.

Localización geográfica. A 4 km al W del empalme de la ruta 12 con el camino a Holt.

Región geomorfológica. Predelta.

Materiales generadores. Sedimentos arenosos, probablemente de dunas costeras anteriores a la existencia del Delta.

Relieve. Medanoso.

Vegetación. Psamófila. Gramíneas higrófilas y Ciperáceas.

Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B′ r a′).

Temperatura media anual. 16,2° C.

Precipitación anual. 945 mm.

Productividad y manejo. Los regosoles forman parte del área inundable que se explota en la actualidad con fines pecuarios solamente. Su capacidad receptiva para el ganado, como entidad edáfica individualmente considerada, es muy pobre, en general, pero aquélla puede aumentarse con la aplicación de prácticas agrotécnicas que incluyen el saneamiento del área y la incorporación de pasturas artificiales adecuadas al ambiente húmedo. Con estas prácticas se mejo-

[1] Datos según CORDINI (1949).

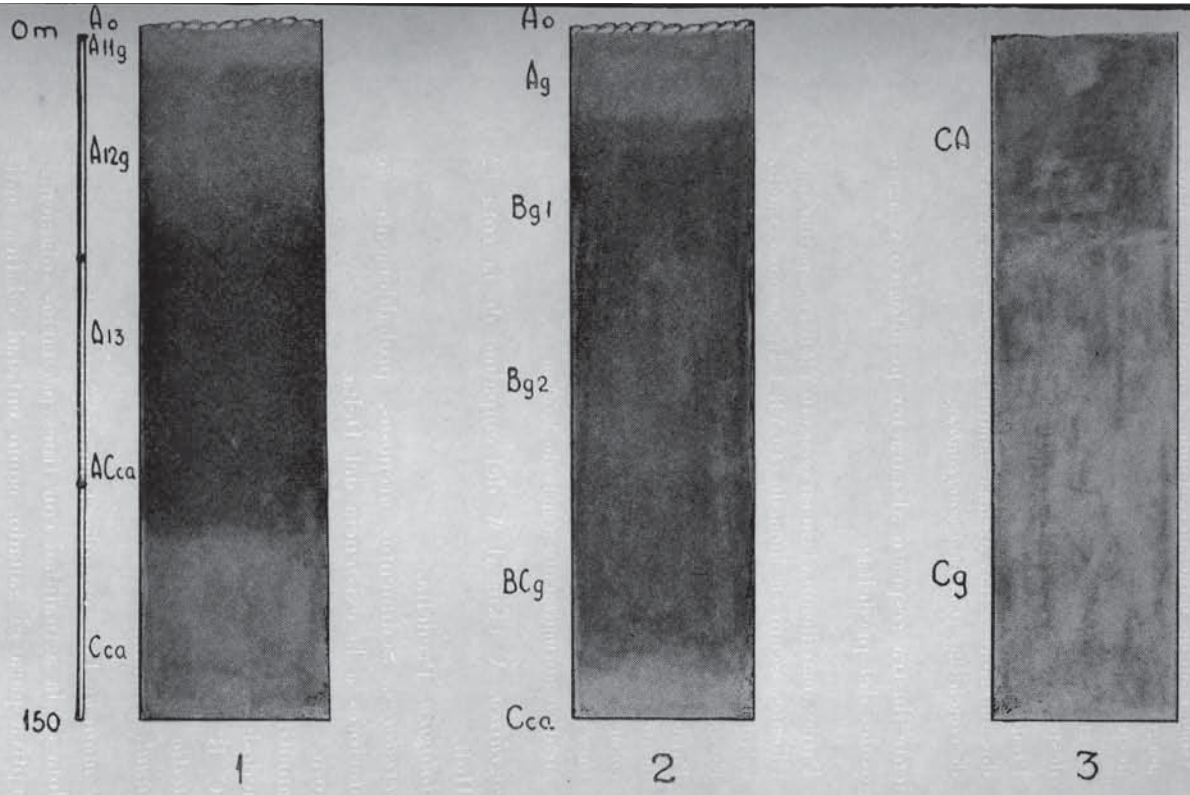


Lámina II - SUELOS DEL PREDELTA

1. - **Suelo grumosólico con hidromorfismo temporario.** Su evolución tiene lugar sobre limos pampianos en relieve plano e inundable y bajo cubierta de bosque subxerófilo. Explotación del bosque y ganadería de cría en propiedades de grande a mediana extensión.

2. - **Suelo pseudogley.** Se desarrolla a partir de limos pampianos y sedimentos aluviales bajo cubierta de bosque subxerófilo en lugares planos e inundable. Tampoco puede hacerse agricultura, y la explotación de la tierra, también en propiedades de grande y mediana extensión, está limitada a los mismos renglones señalados en 1.

3. - **Regosol.** El suelo evoluciona sobre sedimentos arenosos dunarios en relieve medanoso y bajo vegetación hidro-psamófila. Ganadería de cría en propiedades de grande a mediana extensión.

Ilustraciones: A. M. Terranova

raría el sistema de explotación actual de cría de ganado y se posibilitarían, asimismo, los medios para transformar con sentido económico los lugares menos vulnerables a las inundaciones en campos de invernada.

Hay cultivos muy aislados de alfalfa y avena. Independientemente de su valor pecuario, los regosoles ofrecen buenas perspectivas para la forestación.

d) *Otras formaciones edáficas.* — Hay que mencionar todavía los suelos del llano inundable del predelta que no se han desarrollado como los de la región insular, en presencia de una capa freática permanente y de nivel variable. El humedecimiento del perfil está limitado a los horizontes superficiales a través de un proceso de obstrucción temporaria producida casi siempre por el agua de lluvia. He aquí los principales:

1) *Suelos grumosólicos.* Los suelos negros grumosólicos con hidromorfismo temporario, están formados por arcillas que exhiben un alto grado de expansión y contracción con evidencias de agrietamiento anchos y profundos. El régimen hídrico del suelo no está afectado por el agua subterránea, que se encuentra a bastante profundidad para ejercer sobre el suelo la influencia que ya se ha señalado para los suelos hidromórficos con nivel freático fluctuante y muy próximo a la superficie. El humedecimiento del perfil es siempre por agua gravitacional sea de lluvias o de desbordamiento de la red fluvial, hasta una profundidad de 50 a 60 centímetros. Están formados bajo cubierta de bosques subxerófilos, siendo común encontrar sobre la superficie, como características secundarias asociadas al suelo, gran cantidad de caracoles fluvio-lacustres y algas muy fáciles de identificar apenas se retiran las aguas de inundación. Otro carácter también asociado a los suelos negros, es la gran cantidad de hormigueros en forma de montículos en algunos sectores del área.

Presentan frecuentemente una capa de materia orgánica muy delgada y escasamente humificada, con estructura granular que continúa a través del límite brusco a un horizonte negro muy profundo constituído por una arcilla densa que puede alcanzar valores hasta de 73 %. En épocas de sequía la arcilla se agrieta con las mismas modalidades que muestran los suelos grumosólicos de la terraza alta vecina. El agua de lluvia penetra muy difícilmente, de modo que se mantiene suspendida en el suelo por algún tiempo, y a veces en forma prolongada, como ocurre durante el invierno. De acuerdo con el esquema de la 7ª Aproximación, corresponden al orden de los Vertisoles (2,1).

La descripción siguiente señala sus principales características:

A_{11g}	0-7 cm	Gris muy obscuro en húmedo (10 YR 3/1) y gris en seco (10 YR 5/1). Arcilloso, estructura granular firme y adhesivo en húmedo. Gran cantidad de raíces de Gramíneas y Juncáceas. Provisto de materia orgánica. Límite ondulado neto. pH 6,5. Generalmente entre 5 y 10 cm.
A_{12g}	7-55 cm	Negro en húmedo (10 YR 2/1) y gris obscuro en seco (10 YR 4/1). Arcilloso, estructura en bloques divisibles en pequeñas unidades subangulares que muestran gran tenacidad. Las raíces atraviesan la masa hasta más de 50 centímetros de profundidad. No hay calcáreo y el contenido de materia orgánica es moderado. Límite difuso. pH 6,7. Generalmente entre 30 a 70 cm.
A_{13}	55-70 cm	Negro en húmedo (10 YR 2/1) y gris muy oscuro en seco (10 YR 3/1). Arcilloso denso, formando agregados en bloques quebrables en unidades menores subangulares duras y muy firmes. Se observan algunas concreciones calcáreas. Muy plástico. pH 6,7. Límite muy gradual. Generalmente entre 15 y 60 cm.
AC_{ca}	70-110 cm	Gris muy obscuro en húmedo (5 YR 3/1), arcilloso con nódulos calcáreos que aumentan hacia el horizonte Cca, de color pardo rojizo en húmedo (5 YR 5/3), y también arcilloso denso, muy duro y con estructura masiva.

Localización geográfica. 3 km al SE del puente Carlos Pellegrini en el camino de Gualeguay a Gualeguaychú.

Región geomorfológica. Predelta.

Materiales generadores. Limos pampianos.

Relieve. Plano.

Vegetación. Bosque subxerófilo.

Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B'_2 r a').

Temperatura media anual. 16,2° C.

Precipitación anual. 945 mm.

Productividad y manejo. Los suelos negros arcillosos no son aptos para la agricultura, ni para la forestación; únicamente para ganadería de cría y para la explotación de los bosques naturales de algarrobo, ñandubay, etc. A veces, sin embargo, se cultivan pequeñas superficies con avena y cebada para corte.

2) *Suelos pseudogley.* Se desarrollan en superficies planas y bajo cubierta de bosques subxerófilos (pág. 292). El suelo sufre periódicamente fuertes cambios de encharcamiento y desecación limitados

principalmente a su parte superior hasta una profundidad efectiva no mayor de 35 centímetros. El hidromorfismo temporario proviene del carácter arcilloso denso y de la topografía plana que posibilitan el estancamiento del agua y la sedimentación de partículas finas traídas sea ya por las aguas de escurrimiento, o por las de los ríos y arroyos cuando estos últimos desbordan.

El suelo está superficialmente constituído por sedimentos arcillosos y arenosos muy finos de color gris claro, los cuales están a veces cubiertos por una capa muy delgada y discontinua de materia orgánica poco descompuesta o bien por un fino manto de material aluvial de acarreo. Existen algunas concreciones ferro-manganésicas muy pequeñas y máculas férricas aisladamente concentradas alrededor de las raicillas [1].

Los sedimentos claros desferrificados por la acción del agua estancada, pasan en brusca transición a un horizonte de color pardo grisáceo oscuro formado por arcilla densa muy plástica y adhesiva que suele presentar concreciones férricas y algunas manchas blanquecinas en las paredes de los agregados.

Como en los suelos negros grumosólicos, pueden advertirse caracoles y algas durante el período que abarca el encharcamiento. Es y también importante la actividad de las hormigas que, por lo común, deterioran el suelo hasta convertir el área en una sucesión impresionante de hormigueros, creando así, su acción destructora, un problema más que se suma a los muchos que presentan estas tierras inundables. El agua freática por lo regular fuertemente salinizada, se encuentra como en los suelos grumosólicos entre 3 y 4 metros, pero la misma puede ascender apreciablemente en épocas de lluvias o cuando los ríos vecinos aumentan su nivel hidrométrico. Hay suelos pseudogley salinizados, y otros con proceso de alcalinización escasamente expresado.

La evolución del suelo se cumple a través de un proceso similar al señalado por DUCHAUFOUR (1960) para los suelos pseudogley con capa de agua temporariamente estancada. En éstos, el agua de gravedad que ha penetrado en el horizonte superficial, no puede circular libremente en el perfil por existir un horizonte arcilloso con poros capilares que, al saturarse con agua de retención, se impermeabiliza totalmente hasta impedir la evacuación de aquélla durante el período lluvioso. El agua gravitacional, entonces, se mantiene estancada por

[1] El agua estancada y algunos compuestos orgánicos peptizadores a base de tanino (KUBIENA, 1953), solubilizan el hierro al estado ferroso (fase de reducción). Este precipita luego como concreciones y manchas aisladas en ciertas partes del horizonte cuando en la estación seca desaparece el encharcamiento (fase de oxidación).

encima del horizonte crítico de arcilla, formando una capa suspendida o "nappe perchée" o "perched water table" que desaparece por evaporación en la época estival. No hay, pues, movimiento de agua por lavado, la cual se pierde principalmente por evaporación y una misma parte por evacuación lenta a través de hendiduras, conductos formados

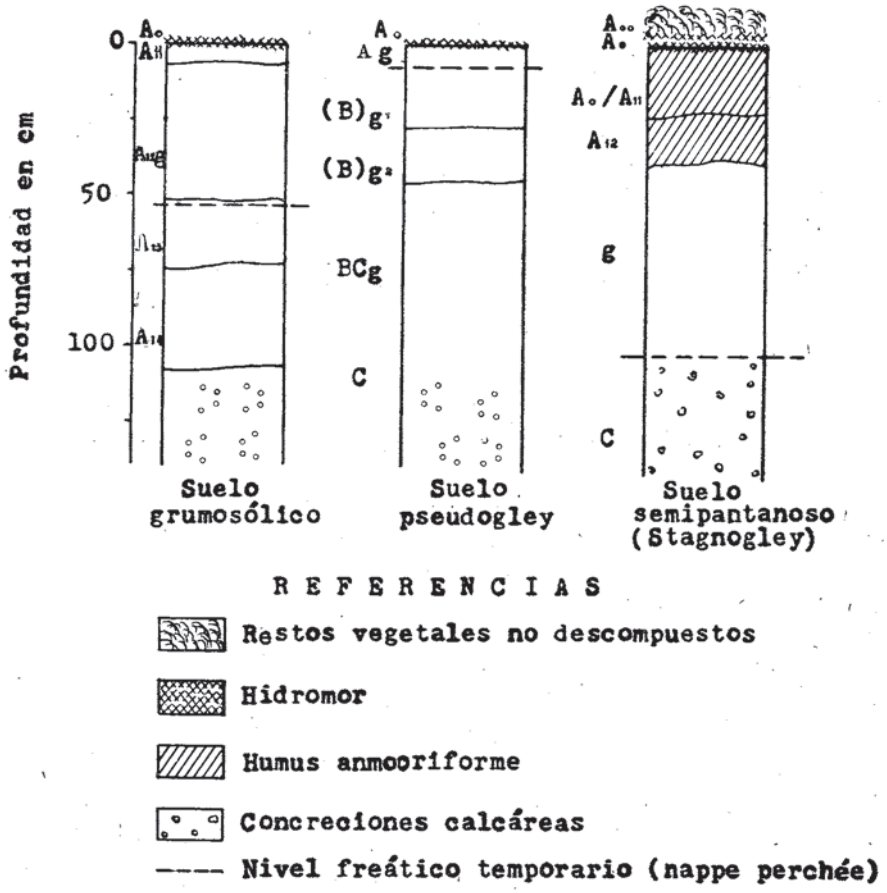


Fig. 44. — Suelos con capa de agua temporaria

por el paso de raíces de plantas arbóreas o por galerías provenientes de hormigueros. He aquí la descripción de un suelo pseudogley.

A_0	3-0 cm	Restos vegetales parcialmente descompuestos : algas, hojas de árboles y desechos de Gramíneas y Ciperáceas.
A_g	0-10 cm	Pardo grisáceo-oscuro en húmedo (10 YR 4/2) y gris claro en seco (10 YR 6/1) con máculas férricas muy aisladas y algunas concreciones ferro-manganésicas muy pequeñas. Franco arcilloso a franco arcillo-limoso con mucha arena fina y estructura en bloques subangulares pequeños y

		duros. Plástico, adhesivo y con poca materia orgánica y pH 6. Límite brusco. Generalmente entre 5 y 35 centímetros.
B_{g1}	10-50 cm	Pardo muy oscuro en húmedo (10 YR 2/2) y gris oscuro en seco (10 YR 4/1) con manchas blanquecinas en la cara de los agregados y algunas concreciones férricas. Arcilloso denso, plástico y muy adhesivo; estructura en bloques subangulares medios extremadamente duros. pH 7,6 y límite de horizonte claro.
B_{g2}	50-90 cm	Gris oscuro en húmedo (10 YR 4/1) y pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2). Arcillo-arenoso con bloques subangulares pequeños y duros. pH 8,2 y límite de horizonte claro.
BC_g	90-140 cm	Gris oscuro en húmedo (10 YR 4/1) con algunos moteados pardo oliva claro (2.5 Y 5/3 a 5/4). Arcilloso denso en bloques subangulares medios muy duros y más plástico y adhesivo que el precedente. pH 8 con límite de horizonte claro.
C_{ca}	140-165 cm	Materiales generadores parcialmente edafizados de colores pardo rojizo a pardo rojizo claro en seco (5 YR 6/4 a 5/4). Arcilloso denso, plástico, adhesivo y con abundantes nódulos calcáreos.

Localización geográfica. Sobre la ruta nacional 12, en el Km. 165.

Región geomorfológica. Predelta.

Materiales generadores. Limos pampianos y sedimentos aluviales.

Relieve. Plano.

Vegetación. Bosque subxerófilo.

Clima. Subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua (C_2 B'_3 r a').

Temperatura media anual. 16,2° C.

Precipitación anual. 945 mm.

Producción y manejo. Tampoco son aptos para la agricultura ni la forestación. Se explota el bosque natural de espinillo, algarrobo y ñandubay. La principal actividad es la ganadería de cría.

Presentan, en cuanto al uso y manejo del suelo, los mismos inconvenientes que los grumosólicos con hidromorfismo temporario. En la estación húmeda, durante el invierno y parte de la primavera, el agua queda retenida sin poder descender y formar reserva para ser utilizada en el verano, debido a la poca permeabilidad de la capa superficial y a la existencia en el subsuelo de un horizonte compacto e impermeable.

3) *Suelos semipantanosos.* Su hidromorfismo proviene del estancamiento temporario del agua en depresiones que posibilitan el desarrollo de un medio semejante al señalado para los verdaderos suelos semipantanosos evolucionados en el ámbito insular bajo una capa de agua permanente. A menudo el perfil es A-g-C, presentando el humus características anmooriforme o de hidromor. El material gleizado puede mostrar un color verde glauco a gris verdoso solamente hasta el nivel impermeable en que se apoya el agua suspendida, debajo del cual los sedimentos son pardo rojizos y sin signo alguno de hidromorfismo (fig. 44). Son similares a los suelos *Stagnogley* citados por MUCKENHAUSEN, 1954. Están localizados en algunos sectores de los bajíos ribereños y del predelta, asociados con suelos halomórficos, pseudogley y grumosólicos con hidromorfismo temporario. Carecen de todo valor agropecuario.

4) *Suelos rendzínicos.* También deben recordarse los suelos rendzínicos, localizados en algunos lugares de los departamentos de Gualeguaychú y Gualeguay. Se han formado a partir de sedimentos marinos constituídos por bivalvos de la ingresión Querandina; algunas veces presentan un horizonte humífero débilmente desarrollado en una secuencia de horizontes A/C-C-Dr, y en otras, generalmente, sólo están constituídos por un simple depósito de roca calcárea no consolidada, sin mostrar características algunas de perfil, debiendo a este respecto considerarse más bien como una formación equivalente a "coquina land" (Soil Survey Staff. 1951). Estos suelos carecen de valor agropecuario y forestal. Actualmente se explotan con fines industriales, para la obtención de materia prima destinada a la fabricación de cemento portland.

BIBLIOGRAFIA

AUBERT, G. y PH. DUCHAUFOUR. 1956. *Projet de clasification des sols* (VI° Congrès inter. Sc. du Sol), V, 97, vol. E, págs. 597-604, París.

ALLISON, L. E. y G. D. SCARSETH. 1942. *A biological reduction method for removing free iron oxides from soil and colloidal clays.* J. Ameri. Soc. Agron., 34, 616-623, N. York.

BERTREMIEUX, R. 1951. *Etude experimentale de l'evolution du fer et du manganèse dans le sols.* Ann. Agron., 3 ; mai-juin, Paris.

BLOONFIELD, C. B. *Experiments on the mechanisms of gley formation.* J. Soil Science, 2, 196-211, Oxford.

BLOONFIELD, S. M. 1954. *Reduction of iron oxides by bacteria.* J. Soil Sci., 5, 129-135, Oxford.

DUCHAUFOUR, PH. 1960. *Précis de Pédologie*, París.

GALLEGO, R. y E. LABORDA, 1959. *Estudios sobre distribución del hierro en suelos y relación con otros factores.* Anal. Edaf. y Fisiolog. Veg., XVIII, 547-582 Madrid.

JOFFE, J. S. 1949. *Pedology*, New Jersey.

KELLOG, C. E. 1937. *Evolución y significado de los grandes grupos de suelos de los Estados Unidos*. Trad. de J. C. Castells. Ed. Junta Nac. Algodón (20), Buenos Aires.

KUBIENA, W. L. 1952. *Claves Sistemáticas de Suelos*. Trad. A. Hoyos de Castro, Madrid.

LAFOND, A. 1952. En DUCHAUFOUR, PH. 1960.

MUCKENHAUSEN, E. 1954. *A tentative classification scheme of the soil of Germany*. F.A.O. Meet. subgroup f. soil classif. Gand.

REICHART, M. A. 1944. *Suelos del Delta del río Paraná. Propiedades físico-química y químicas de algunos de ellos*. Tesis Fac. Agron. y Vet. de Bs. As., Buenos Aires.

RUSSELL, E. J. y E. W. RUSSELL. 1954. *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas*. Trad. de G. González y González, Madrid.

SOIL SURVEY STAFF, 1951. *Soil Survey Manual*. U. S. Dept. Agriculture. Handbook N° 18, Washington.

THORP, J. and G. D. SMITH, 1949. *Higher categories of soil classifications order, suborder great soil groups*. Soil Science, 67 (2), Baltimore.

U. S. DEPART. OF AGRICULTURE, 1938. *Soil and Men*. Yearbook, 1938. Washington.

WILDE, S. A. *Forest soils and forest growth*. Waltham.

WYSOTSKII, G. N. 1905. En JOFFE, J. S., 1949.

ZAVALISHIN, A. A. 1928. En JOFFE, J. S., 1949.

Resumen. — I) *Descripción general del área*. El delta del río Paraná abarca una superficie de 17.500 km². Está situado entre los 32°05′ y 34°29′ de latitud S y 58°22′ y 60°45′ de longitud W. Como es un delta que termina en otro río y no en el mar, no hay en la región insular vegetación halófila, ni la gama de suelos halomórficos que caracterizan el paisaje de las marismas deltaicas.

Se formulan consideraciones respecto a la geología y geomorfología, así como también a la hidrografía, vegetación, clima y aspectos social-económicos de la región.

II) *Factores edafógenos*. Aun cuando todos los factores edafógenos intervienen colectivamente en el proceso, en el Delta es la coexistencia del relieve y el régimen hidrológico el factor dominante en la fijación del carácter del suelo insular. La morfología del paisaje, con su extensa área de tierras bajas e inundables, no es favorable para la promoción del desarrollo de un suelo normal, estimándose que en la región insular principalmente, los suelos seguirán conservando sus condiciones actuales de intrazonalidad o hidromorfismo por razones fisiográficas que derivan del régimen hidrológico de los ríos de la Plata y Paraná y del propio ciclo deltaico que este último contribuye a mantener.

El principal material de partida es el fango fluvial pardo amarillento o aluvión no consolidado proveniente de una variedad muy grande de rocas de diferente origen y composición transportadas directamente por el río Paraná desde su cuenca.

En el área pantanosa, la acción del clima como factor edafógeno está subordinada al carácter local del relieve. Además de ser el factor dominante en la

génesis de los suelos hidromórficos, también el localismo topográfico influye con igual carácter en el tipo y densidad de vegetación, la cual, por su parte, cumple asimismo un papel significativo en la evolución de los suelos más importantes del área. Los tipos de vegetación que más contribuyen al desarrollo de los suelos son los pajonales semisumergidos y los bosques que marginan los cursos de agua. Otras actividades bióticas importantes son: el papel de las bacterias en el proceso de solubilización del hierro y el manganeso, la acción de las hormigas y la propia intervención del hombre que puede hasta modificar el curso de la pedogénesis.

El factor edad se manifiesta a través de las formaciones edáficas muy juveniles situadas en el frente de avance del Delta y suelos con diferenciación de horizontes bien destacados.

III) *Clasificación de los suelos:* El ordenamiento de los suelos regionales se efectuó de acuerdo con el esquema elaborado por THORP y SMIDT en 1949, con inclusión de algunos nombres y conceptos modernos de uso corriente por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Se describen los siguientes grandes grupos de suelos, a saber:

1) *Suelos semipantanosos* (*Half bog soils*). Están localizados en el área de los pajonales subanegados. El perfil es A-G, formado por una capa orgánica u orgánico-mineral poco descompuesta apoyada bruscamente sobre un horizonte mineral gris azulado. El suelo permanece anegado predominantemente hasta en la superficie durante gran parte del año. Humus cenagoso (*Anmoor*), fuertemente ácido (pH < 5) y con relación C/N mayor de 16. Es frecuente la existencia de metano y otros productos de la descomposición anaerobia. No existe zona de enriquecimiento de hierro y el horizonte gley desarrollado en el seno de la capa freática se encuentra siempre muy cerca de la superficie. Constituyen tierras de excelente aptitud forestal, principalmente para Salicáceas.

2) *Suelos gley húmicos* (*Humic gley soils*). Se desarrollan bajo vegetación en las partes más altas de las islas. El perfil es A-(B)-G formado por un horizonte superficial humífero de color pardo oscuro seguido de una zona rojiza de oxidación o de enriquecimiento con precipitados irreversibles de hierro y manganeso. El horizonte gley se halla generalmente entre 1 y 2 m de profundidad. No hay encarchamiento total, y el suelo presenta alternadamente períodos de humedecimiento y de fuertes sequías. El anegamiento por ascenso de la capa freática no alcanza el horizonte humífero que a menudo muestra características de *mull* o *hidromull*. El pH es mayor de 5 y la relación C/N menor de 15. Cualquier clase de cultivo puede hacerse.

3) *Suelos gley subhúmicos* (*Low humic gley*). Perfil A-(B)-G, semejante a los gley húmicos. La zona de reducción se encuentra a menos de 50 cm de profundidad y el anegamiento puede hasta alcanzar el horizonte superior que es delgado y rico en materia orgánica parcialmente descompuesta (humus bruto o *mor*, o bien, probablemente *moder*). El pH es fuertemente ácido y la relación C/N mayor de 16. Conjuntamente con los gley húmicos y los aluviales gleisólicos abarcan el 20 % del área insular. Uua gran variedad de cultivo puede practicarse.

4) *Suelos aluviales gleisólicos* (*Gleysolic aluvial soils*). Tienen el mismo origen y propiedades que los suelos gley húmicos, pero carecen del horizonte oscuro que distingue a estos últimos.

5) *Suelos gley húmicos podsolizados* (*Podsolised humic gley soil*). Perfil A_1-A_2-BG-G, evolucionando también en presencia de una capa de agua permanente. Se desarrollan en el predelta en un sector de albardones próximo al área insular.

6) *Suelos salinos y salinos alcalinos* (*Saline soils and alkali-saline soils*). Están principalmente localizados fuera del área insular. Pueden presentar indistintamente condiciones de hidromorfismo permanente o temporario. Su capacidad de uso está limitada a la ganadería de cría.

7) *Suelos aluviales* (*Alluvial soils*). Se encuentran ubicados principalmente en el frente de avance del Delta. La oscilación de la capa de agua es mayor que para los suelos gley. Se dedican a cultivos forestales y frutícolas.

8) *Regosoles* (*Regosol*). Se encuentran en el predelta y en el interior de muchas islas del alto Delta. Se explotan para ganadería solamente.

9) *Suelos grumosólicos hidromórficos* (*Grumuolic hydromorfic soils*). Están ubicados en el llano inundable del predelta. El humedecimiento del perfil está limitado a los horizontes superficiales a través de un proceso de obstrucción temporaria producida casi siempre por el agua de lluvia. Su capacidad de uso está limitado a la ganadería de cría.

10) *Suelos pseudogley* (*Pseudogley soils*). Perfil Ag-(B)g con hidromorfismo temporario desarrollado en superficies planas y bajo cubierta de bosques subxerófilos. Como los grumosólicos hidromórficos, el suelo sufre periódicamente fuertes cambios de encharcamiento y sequía limitados a su parte superior hasta una profundidad no mayor de 40 centímetros.

11) *Suelos semipantanosos* o « *stagnogley* » (*Half bog soils*). Su hidromorfismo proviene del estancamiento temporario del agua en depresiones que posibilitan el desarrollo de un medio semejante al señalado para los verdaderos suelos semipantanosos evolucionados en el ámbito insular bajo una capa de agua permanente. A menudo, el perfil es A-g-C, presentando el humus características anmooriforme o de hidromor. Están localizados en algunos sectores de los bajíos ribereños y del predelta asociados con suelos halomórficos, pseudogley y grumosólicos con hidromorfismo temporario. Carecen de todo valor agropecuario.

12) *Suelos rendzínicos* (*Rendzinic soils*). Carecen de valor agrícola y forestal. Se trata de suelos locales ricos en calcáreo situados en algunos parajes del predelta.

Summary. — The Delta of Paraná river covers a surface of 17.500 km². It is located between the 32°05′ and 34°29′ South latitude and 58°22′ and 60°45′ longitude West. As it is a delta that ends in another river but not at the sea, there is not halophilous vegetation in the islands neither halomorphic soils caracteristic of the deltaic marshes.

The author examines different aspects of the region : the geology and

geomorphology as the hydrography, vegetation, climate and social-economies. The agents that influence the pedogenesis as how the chapter on the genetic classification and its actual use capacity are largely examined under the more important ideas on the subject.

The classification of local soils were done following the line gived by THORP y SMIDT in 1949, including some usual names and ideas actualy used by the soil conservation Service of U. S. D. A. The following great groups of soils are described :

1) *Half bog soils.* Are located at the area of the reed-swamp. Are caracterized by a mantle organic-mineral not very much descomposed over a mineral grey bluiesh horizont. They have excellent aptitude for forest specially for *Salicaceae* when the area is drained. They cover 80 % of the insular surface.

2) *Humic gley soils.* They develop under the swamp-forest in the high parts of the islands (packsaddle) and tqey are principally characterized by the presence of a superior oxidation horizont of iron accumulation. On these soils can be cultivated any kind of crop. Together with the low humic gley soils they covers 20 % of the insular surface.

3) *Low humic gley soils.* Are similar to humic gley but less deep. They are also well suieted for any kind of crop with previous drainage.

4) *Gleysolic alluvial soil.* Profil like to humic gley soil, but lacking the black horizont.

5) *Podsolised humic gley soil.* Profil A_1-A_2-BG-G. Are located at the predelta.

6) *Saline and alkali-saline soils.* Are located outside of the insular region. Their use capacity is limited to cattle raising.

7) *Alluvial soils.* Are principally located ahead to the advance of the Delta. They are used for forest and fruit plantations.

8) *Regosols.* Are located at the predelta and in the inner of many islands in the high Delta. They are used just for cattle raising.

9) *Grumusols o thirs of gley.* Are developed at the predelta and their capacity of use is limited to cattle raising.

10) *Pseudogley soils.* Are also located at the predelta and their capacity of use is limited to cattle raissing Profil Ag-$(B)_g$-C.

11) « *Stagnogley* » or *Half bog soils.* Profil A-g-C. Are developed outside of de insular region.

12) *Rendzinic soils.* They don't have any value for agriculture as forestry. Are local formations located in some places at the predelta.