SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA)
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

PUBLICACION No. 99

LOS SUELOS DE ESTEPA DE LA REGION PAMPEANA

por

CARLOS R. O. MIACZYNSKI Y MARCOS TSCHAPEK

REPUBLICA ARGENTINA
BUENOS AIRES
1966

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned:

PRESIDENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

Ing. Agr. PEDRO GASTON BORDELOIS

VICEPRESIDENTE

Dr. JUAN CARLOS BORDENA

CONSEJEROS

Ing. Agr. ARMANDO ROMAT
Dr. CONSTANTINO BRANDARIZ
Ing. Agr. UBALDO L. CERBONI
Dr. CIRO L. ECHESORTU

DIRECTOR GENERAL

Ing. Agr. UBALDO C. GARCIA

DIRECTORES ASISTENTES

Méd. Vet. JOSE M. QUEVEDO
Ing. Agr. NORBERTO A. R. REICHART

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA

Ing. Agr. JORGE I. BELLATI

3133

Revista de
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

SERIE 3 - CLIMA Y SUELO VOL. II, Nº 3

Los suelos de estepa de la región pampeana

CARLOS R. O. MIACZYNSKI y MARCOS TSCHAPEK

BUENOS AIRES
1965

INTA
SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

SERIE 3, Nº 3
CLIMA Y SUELO

Los suelos de estepa de la región pampeana [1]

Por CARLOS R. O. MIACZYNSKI y MARCOS TSCHAPEK

RESUMEN

La región pampeana, de unos 470.000 km^2, representa la parte desprovista de vegetación leñosa dentro de una gran llanura de sedimentación, integrada por materiales procedentes de la Cordillera de los Andes.

Constituye una región natural que se caracteriza por la homogeneidad de los factores de formación de sus suelos. Su clima templado cálido, húmedo a semiárido y su vegetación esteparia han promovido en las áreas de relieve positivo, a partir de sedimentos eólicos y aluviales ricos en calcáreo, procesos de formación propios de los suelos del tipo Chernozem. En las áreas de relieve negativo, donde se acumulan sedimentos fluviolacustres, han participado en la evolución de los materiales, los procesos hidro-halomórficos. Ni la podzolización ni la laterización han intervenido significativamente en la evolución de los suelos pampeanos.

Dada la similitud en una serie de propiedades (color, morfología, etc.) de los suelos oscuros de la región pampeana y el Chernozem, los autores los han denominado «Chernozoides de la región pampeana», que significa que son parecidos aunque no idénticos a los Chernozem.

El 50 % de la región pampeana se halla ocupada por Chernozoides; el 10 % por suelos Castaños, y el 20 % por Chernozoides de Vega y Castaños de Vega. El 20 % restante corresponde a las Arenas, tierras Aluviales, Marismas y Chernozoides de Montaña.

El tipo genético de los Chernozoides ha sido subdividido en dos subtipos según la presencia o ausencia de un horizonte B textural. Una nueva subdivisión de ambos subtipos en familias se ha practicado según la presencia o ausencia de tosca en el perfil.

El tipo genético de los suelos Castaños ha sido subdividido en Castaños

[1] El presente trabajo se basa en gran parte en la información recogida por el personal técnico de la Línea de Geografía del Instituto de Suelos y Agrotecnia, en especial la de los Ings. Agrs. C. G. Bonfils y N. Mikenberg. Los autores desean expresar su agradecimiento por esa valiosa contribución.

oscuros (lixiviados) y Castaños claros (no lixiviados). El subtipo de los suelos Castaños claros no ha sido descripto por falta de datos.

Los tipos genéticos de los Chernozoides de Vega y Castaños de Vega se caracterizan por su horizonte B hidromórfico. Entre los primeros se comentan dos formas distintas, que han sido separadas según la presencia o ausencia de un horizonte A_2. Cualquiera de estas formas puede ser alcalina en alguna parte o en todo el perfil, pero no presentan morfología de Solonetz o Soloth. Los Castaños de Vega, generalmente más salinos, no son tratados por carencia de información.

Los demás suelos de la región pampeana, han merecido poca atención en el presente trabajo.

Summary

The Argentine Pampa constitutes a natural region which is characterized by the homogeneity of the soil forming factors. This region, 470.000 km^2 in size, integrates the Argentine great plain, which extends from the Andean foothills in the west to the Uruguay river in the east and from Paraguay in the north to the Colorado river in the south.

Its warm temperate climate, which varies from humid to semiarid, and its steppe vegetation has resulted in the formation of soils similar to the Chernozem, developed from calcareous eolic and alluvial sediments. In the areas with negative relief, where fluvial-lacustral deposits predominate, the hydro-halomorphic cycle occurs. Neither podzolozation nor laterization have been of significance in the evolution of the Pampean soils.

50 % of the Pampa region is occupied by Chernozem-like soils; 20 % by Meadow Chernozem and Meadow Chestnut soils, of the depressions; and 10 % by Chestnut soils. The remaining 20 % of the area is occupied by various soils and sediments, such as continental and coastal dunes, mountain soils, alluvial soils, etcetera.

The Chernozem-like soils have been subdivided into two subgroups on the basis of the presence or absence of a textural B horizont. A further subdivision is based on the presence or absence of «tosca» («caliche») in the profile.

The Chestnut soils have been divided into dark Chestnut (moderately leached) and light Chestnut (slightly leached).

The Meadow Chernozem and Meadow Chestnut soils have a characteristic hydromorphic B horizon. They are subdivided on the basis of the presence or absence of an A_2 horizon. Either of these subgroups may present alkalinity in part or in all of the profile, which is attributed to alkaline water movement. When they are not alkaline, they are similar to Planosols and Low Humic Gley soils of the U. S. classification system.

The other soils are not typical of the Argentine Pampa, and hence have not been considered in in detail in this study.

1. Introducción

La región pampeana [1], de unos 470.000 km^2, se halla encuadrada entre los paralelos 31° y 39° latitud sud y los meridianos 57° y 65° longitud oeste de Greenwich. Una favorable combinación de clima y suelo ha provisto a esta región de una extraordinaria capacidad de producción agrícola, convirtiéndola en principal fuente de riqueza del país.

Ya desde comienzos del siglo pasado existió un vivo interés en conocer las características físicas de la región pampeana. Fue así como distinguidos naturalistas del viejo mundo la recorrieron, reuniendo una valiosísima información acerca de su clima, flora y geología. Para citar sólo unos pocos, puede mencionarse a destacadas figuras como HUMBOLDT (1836), D'ORBIGNY (1844), DARWIN (1845), DE MOUSSY (1860), BURMEISTER (1861), AMEGHINO (1880), ROVERETTO (1914), FRENGUELLI (1925) y STAPPENBECK (1926).

Con la independización de la ciencia del suelo de sus apadrinadoras anteriores, la química y la geología, se da comienzo desde principios del presente siglo al estudio de los suelos pampeanos en diversos centros nacionales y provinciales de investigación. Sin embargo, el excesivo énfasis volcado en los datos de análisis resta utilidad práctica a tales estudios.

Recién en 1954, BONFILS et al. (1960) aplican en el ámbito pampeano el moderno concepto de los suelos como entidades geográficas tridimensionales y los clasifican de acuerdo con las características morfológicas del perfil.

Con esta excepción, que sólo abarca el 12 % de la región pampeana, hasta la fecha no se ha realizado el inventario sistemático de los recursos en suelos de la región mencionada, limitándose las investigaciones a la descripción de perfiles aislados.

Ante la creciente necesidad de un mapa de suelos de esa región, en una escala que permita orientar la producción agropecuaria, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria ha encarado el reconocimiento integral de los suelos pampeanos. En consecuencia, los autores estiman propicio el momento para dar a conocer una síntesis de sus opiniones acerca de las características, cualidades, clasificación y distribución de los mismos.

[1] Pampa: vocablo indio (quichua), que significa tierra llana, meseta o llanura, desprovista de árboles.

En otros países se han realizado numerosos estudios sobre génesis y clasificación de los suelos de estepa de las grandes llanuras, principalmente en los EE. UU. de A. y la URSS. Siendo el conocimiento de los resultados de tales investigaciones de fundamental importancia para la interpretación de los suelos de la región pampeana, se ha incluido en el presente trabajo una exposición sintética de la evolución de las ideas fundamentales al respecto.

El estudio comparativo de los suelos de estepa de ambos hemisferios es de mutuo interés, pues permite ampliar el caudal de información de los mismos. Mientras que de los suelos de estepa de URSS y EE. UU. de A. existe una amplia bibliografía, relativamente poco es lo que ha trascendido hasta ahora de los estudios de los suelos de la región pampeana realizados en el país, a pesar de que siempre existió un elevado interés por conocerlos. Este hecho queda claramente reflejado en los intentos de su clasificación a través de una información indirecta, como podrá inferirse de las siguientes citas:

SIBIRTZEV (1901): «Las estepas de la Argentina hacen recordar, en muchos aspectos, a las estepas del hemisferio norte. Ellas se parecen por sus rocas formadoras de suelo (loess), por sus planicies, tipo de vegetación y, en fin, por sus suelos».

JOFFE (1953): «In South America, a meridional belt (between the meridians 55° and 65° latitude west of Greenwich) of chernozem and chernozem like soils is located between the 26° and 38° south latitude. The nature of these soils has not been clarified. It appears, that they are of the southern variety of chernozem».

VESSEL (1946) calificó a estos suelos como «rojizos de pradera» y «rojizos planosólicos de pradera».

En los mapas mundiales de suelos editados en Rusia, los suelos de la región pampeana fueron denominados a veces «Suelos negros de estepas subtropicales», otras como «Suelos negro-rojizos y negros de praderas subtropicales» y, finalmente, también «Chernozem».

Todas estas circunstancias nos han impulsado a elaborar el presente trabajo, en el cual se han caracterizado, clasificado y cartografiado los principales suelos de la región pampeana sobre la base de los conocimientos actualmente disponibles.

2. Condiciones físico-geográficas

En la región pampeana, como en todas las grandes llanuras, la prevalencia de condiciones de estabilidad geomórfica permite analizar con claridad la incidencia de cada uno de los factores de formación sobre la evolución de los suelos. Distintas combinaciones de tales factores permiten distinguir, dentro de esta región, grandes subregiones fisiográficas, que se caracterizan por la uniformidad de los suelos que las integran, aunque las diferencias entre los suelos de una subregión y otra pueden ser importantes. A continuación se da una breve reseña de las condiciones físico-geográficas de la región pampeana.

En cuanto a su régimen hídrico, éste varía de húmedo a semiárido. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 600 y 900 mm, aumentando de SW a NE. Los máximos registros corresponden a primavera y otoño, pero ninguna estación es marcadamente seca. Los déficit de humedad, calculados por BURGOS y VIDAL (1951), según la fórmula de THORNTHWAITE (1948), dan valores desde 0 hasta 400 mm.

La temperatura anual media (Atlas Climático de la República Argentina, 1960) aumenta levemente de S a N: 14°C en el sur y 18°C en el norte. Las variaciones estacionales son menos pronunciadas en el litoral marítimo (12°C) que en la parte continental (16°C). La temperatura media del mes más frío es de 8°C; las nevadas son muy raras y en ningún momento el suelo llega a congelarse. Estas circunstancias, sin duda, constituyen uno de los motivos fundamentales de las diferencias observadas entre los suelos de estepa de la región pampeana y los de EE. UU. y URSS.

En la figura 1 se presentan los principales valores climáticos de la región pampeana.

Los materiales originarios constituyen un grueso manto de sedimentos eólicos y aluviales cuaternarios, ricos en calcáreo (lám. 1). Según FRENGUELLI (1950), éstos han participado en el rellenado de un profundo «graben» con eje N-S, que ocupa toda la extensión de la gran llanura argentina. El basamento cristalino sólo emerge en las sierras de Tandil y de la Ventana; en las demás partes se halla a centenares de metros de profundidad, como lo atestiguan numerosas perforaciones.

La textura de los sedimentos superficiales se hace gradualmente más fina en dirección W a E, lo que permite inferir su procedencia occidental, es decir, de la región andina. En el sentido indicado se pasa, en general, gradualmente de las arenas de médano a las arenas loéssicas, al loess arenoso y finalmente al loess pampeano. Es evidente que las arenas de

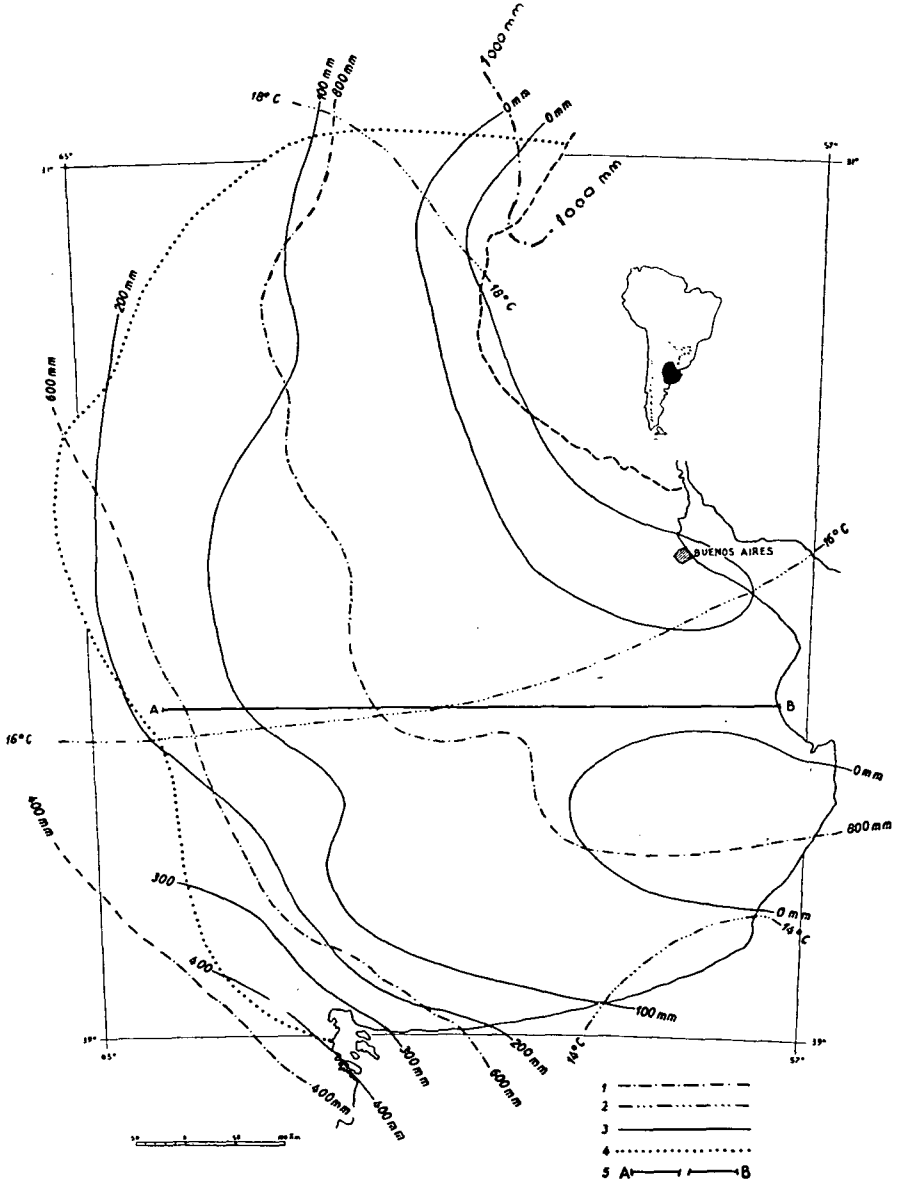


Fig. 1. — *Mapa climático de la región pampeana.* 1, — · — · — precipitación anual media ; 2, — · · · · · — temperatura anual media ; 3, ———— déficit de humedad ; 4, ... límite de la región pampeana ; 5, A |—— //——| B corte transversal de la región pampeana a la altura del paralelo 36°, representado en la fig. 2.

médano han sufrido primeramente un transporte fluvial en una época en que la red hidrográfica debe haber sido mucho más importante que en la actualidad.

De poca información disponen los autores acerca de la composición mineralógica de los sedimentos que cubren la región pampeana. Recientes investigaciones [1] sobre la fracción arena de un suelo Chernozoide de Necochea (prov. de Buenos Aires) han revelado los siguientes hechos: *a)* en la fracción liviana hay preponderancia de plagioclasas y vidrio volcánico, con cantidades menores de cuarzo; *b)* en la fracción pesada, el orden de frecuencia era: piroxenos (augita y hipersteno), partículas opacas (magnetita e ilmenita), y en menor cantidad hornblenda verde y marrón con trazas de granate, hornblenda basáltica y diópsido. En otra determinación realizada sobre materiales procedentes de Anguil (prov. de La Pampa) siguen apareciendo las mismas asociaciones de minerales, pero con una creciente participación de vidrio volcánico en la fracción liviana y una disminución en la frecuencia de magnetita e ilmenita en la fracción pesada. No se observó la presencia de granate.

Estos hechos confirman la presunción de la importante intervención de materiales de origen volcánico en la formación de los suelos pampeanos, lo cual constituye otra diferencia fundamental con respecto a los suelos de estepa desarrollados sobre loess del hemisferio N, cuyos sedimentos se consideran de origen glacial.

En la conformación de la región pampeana no intervinieron las glaciaciones, de profunda significación en el otro hemisferio. Subsisten aún diferencias de opiniones acerca de la magnitud de los sedimentos aluviales. Son muy pocos los ríos que penetran actualmente en esta región desde su periferia, aunque existen numerosas evidencias de que en el pasado no fue así. La actual red hidrográfica se halla limitada en gran parte a las cuencas pampeanas, que depositan sus sedimentos limo-arcillosos en las amplias depresiones. Las redeposiciones secundarias de los sedimentos pampeanos no parecen haber sido muy importantes. A lo largo de la costa atlántica se extiende una franja de sedimentos marinos, cuyas características y distribución aún no han sido bien definidas.

En el S de la región se extiende, a profundidades variables, una extensa plancha de tosca («caliche») estratificada, de origen geológico y edáfico. Donde la topografía es ondulada, fenómenos erosivos la han puesto al descubierto en las lomas (lám. nº 2), pero generalmente se mantiene entre los 50-100 cm de profundidad, acompañando las irregularidades del terreno.

[1] Investigaciones realizadas por el Dr. PETER ARENS.

El relieve de esta dilatada llanura de acumulación es, salvo excepciones, muy plano, como sólo se repite en pocas partes del mundo entero. La planicie se extiende mucho más allá de los límites de la región pampeana, pues al W llega hasta la precordillera, al E hasta el río Uruguay, al N hasta el Matto Grosso y al S hasta el río Colorado. Esta enorme área, que DE MOUSSY (1860) denominó «Pampasia», sólo se halla interrumpida en su carácter plano por las sierras de Córdoba, de San Luis, de Tandil y de la Ventana.

En la figura 2 se presenta un corte transversal de la región pampeana a la altura del paralelo 36° latitud Sur, por el cual puede observarse que la llanura tiene un declive suave y bastante uniforme hacia el mar.

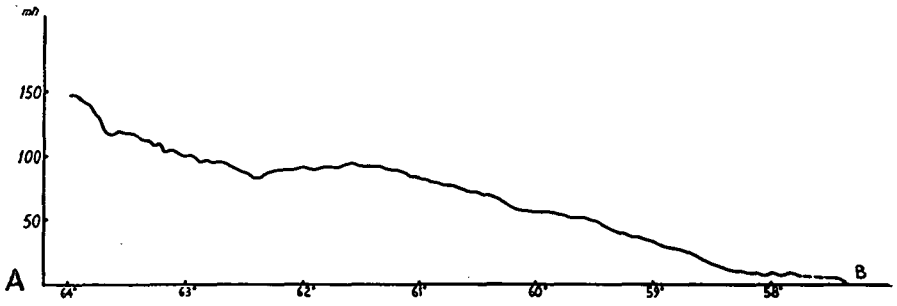


Fig. 2. — *Corte transversal de la región pampeana a la altura del paralelo 36° latitud S*

Si bien la fisiografía de la región, en general, es uniforme y monótona a través de distancias considerables, un reconocimiento más detenido permite separar sectores con características propias (provincias fisiográficas), motivados por transiciones más o menos graduales de clima, relieve y naturaleza de los materiales. A título de ejemplo puede mencionarse una franja de relieve ondulado en el NE de la región; en el centro y E, un amplio sector deprimido; a lo largo de la costa atlántica, un cordón de altas dunas y otros sedimentos marinos; en el W, un sector con médanos activos y estabilizados; en el S, un sector serrano y pedemontano, etc.

Cada uno de los sectores mencionados tiene características de drenaje propias. La densidad y el tipo de la red de drenaje dependen de los factores ya mencionados. En general, la red fluvial de la región pampeana es pobre, con ríos meandrosos, encerrados en valles muy poco profundos. En el W, casi toda el agua de lluvia se infiltra a través de los materiales arenosos. En el sector deprimido la mayor parte de las aguas convergen a cuencas lacustres de muy variada extensión, muchas de las cuales se hallan conectadas natural o artificialmente a la red fluvial o a

canales. Allí el desagüe al mar de los excedentes de agua se ve dificultado por la exigua pendiente y los cordones de dunas y de conchilla; en consecuencia, lluvias intensas suelen provocar en este sector grandes inundaciones.

En las áreas de relieve positivo el drenaje interno de los suelos es libre. En las áreas deprimidas, la impermeabilidad de los sedimentos crea condiciones de anegamiento más o menos prolongadas.

Como consecuencia del carácter plano de la región, la lixiviación de los suelos permeables ha sido particularmente intensa. En el E, donde los materiales son de textura media, el calcáreo ha sido eliminado hasta 150-250 cm de profundidad y se ha formado un fuerte horizonte B textural (perfil ABC). En el W, donde los materiales son más gruesos, a pesar de la menor precipitación, el calcáreo ha sido lavado a profundidades similares, pero no se formó un horizonte B textural (perfiles AC o A (B) C). En las áreas de suelos hidromórficos, la impermeabilidad del subsuelo ha inhibido los procesos de lixiviación y la evaporación del agua estancada ha provocado una débil acumulación de sales neutras y alcalinas.

La típica formación fitogeográfica de la región pampeana ha recibido las denominaciones más variadas por distintos autores: «Formación de las pampas» (HOLMBERG, 1898); «Pradera pampeana» (HAUMANN, 1931); «Pampa» (KÜHN, 1930); «Estepa pampeana» (PARODI, 1945); «Cachul» (CASTELLANOS y PÉREZ-MOREAU, 1945), etc. La formación dominante se parece más a una estepa que a una pradera, hallándose compuesta por especies que se adaptan a las características locales de suelo y clima.

Según CABRERA (1953), en sus condiciones naturales existe una predominancia absoluta de gramíneas, especialmente Festuceas y Agrostídeas, siguiéndoles en orden de importancia las Paníceas y Andropogóneas.

La razón por la cual no existen espontáneamente árboles en la región pampeana sigue siendo un interrogante, ya que ninguna teoría parece satisfacer todas las situaciones. La agresividad de la vegetación herbácea hace sucumbir los jóvenes forestales, si éstos no son protegidos artificialmente.

El tapiz herbáceo primitivo ha sufrido profundas modificaciones por influencia del hombre. Hoy casi no existe lugar que no haya sido cultivado. También con el pastoreo y la incorporación de especies exóticas se ha modificado la composición florística primitiva.

Es la estepa con su fauna asociada la que ha impreso el carácter chernozémico a los suelos de la región. Las raíces y la fauna penetran en profundidad hasta donde el medio es el adecuado para sus necesidades. En

los suelos hidromórficos la penetración radical se extiende sólo hasta el nivel medio de la sobresaturación hídrica (falsa capa de agua) y en los suelos con fuerte B textural no mucho más allá de la superficie de este horizonte. En los suelos con perfil AC y A(B)C es mucho más profunda la penetración de las raíces y en consecuencia el horizonte humífero es más potente. La acumulación de humus rara vez sobrepasa el 3,5 %, por la intensa oxidación de los restos orgánicos, favorecida por las elevadas temperaturas estivales.

Acerca de la edad de los sedimentos superficiales de la región pampeana aún no hay completo acuerdo entre los investigadores. No hay duda que pertenecen al Cuartario; los sedimentos del sector oriental han sido adjudicados al Pampiano (Cuartario inferior), representado por el Bonaerense loessoide y por limos del Ensenadense, en tanto que las depresiones lacustres y las terrazas más bajas de los cauces estarían constituidas por sedimentos Post-pampianos (Platense y Lujanense). El sector del oeste de la región aparece dominado por materiales loéssicos del Cordobense, del Cuartario reciente.

La incidencia del hombre sobre la evolución de los suelos pampeanos ha sido profunda, teniendo fundamentalmente dos orígenes: *a)* la explotación agropecuaria, y *b)* la construcción de obras civiles (terraplenes y canales).

Las continuas labores culturales, que en algunos sectores empezaron hace ya 100 años, han significado, además del empobrecimiento en elementos nutritivos y materia orgánica, una pérdida de estructura de la capa arable y la formación de pisos de arado.

El pisoteo de la hacienda también produjo una compactación del suelo. La cultivación provocó la aceleración de los procesos erosivos, tanto eólicos como hídricos, en grado muy diverso.

Los extensos terraplenes, construidos por el hombre para sus vías de comunicación, han cortado o desviado muchos cursos naturales de desagüe, aumentando o disminuyendo el hidromorfismo de los suelos afectados según su posición con respecto a la dirección de la pendiente. Por otra parte, en la pampa deprimida se ha construido una extensa red de canales de desagüe, para atenuar el efecto de las inundaciones, causadas por lluvias extraordinarias.

Finalmente queremos destacar que el típico horizonte A chernozémico y la riqueza en calcáreo de los sedimentos mantiene a los suelos pampeanos íntimamente emparentados entre sí, a pesar de que se observan diferencias significativas (principalmente en el horizonte iluvial) por efec-

to de variaciones de clima, relieve y textura de los materiales. La inestabilidad del tiempo produce amplias y continuas oscilaciones en el grado de humedad de los suelos pampeanos, promoviendo los procesos de meteorización y lixiviación. Sin embargo, ni la podzolización ni la laterización han podido imponerse en su evolución, que se ha estabilizado en la región pampeana al nivel característico para los suelos del tipo Chernozem.

3. Los suelos de estepa, sus características y evolución

Los suelos de la región pampeana se parecen, como ya lo advirtiera SIBIRTZEV (1901) a los suelos de estepa del hemisferio norte. Varían con los cambios de los factores de formación que ocurren en el orden geográfico, sin perder, sin embargo, sus características fundamentales. Por sus similitudes, resulta de especial interés comparar los suelos de la región pampeana húmeda del Este con los suelos de transición entre los Chernozems y los Podzoles de la URSS.

Ambos se asemejan por su morfología principalmente a dos formas derivadas del Chernozem típico de la escuela rusa: los lixiviados y los podzolizados. Igualmente tienen semejanza con los suelos Brunizem de la escuela norteamericana. Esta circunstancias nos ha inducido a dar en este capítulo un breve resumen de la evolución de los conceptos acerca de los mismos, que facilitará establecer las diferencias y similitudes entre aquéllos y los suelos de la región pampeana.

En Rusia, hace ya más de 80 años, DOKUCHAEV (1879) escribía: «Las infinitas variaciones de los factores de formación del suelo conducen a la aparición de infinitas variedades de suelos. Existen en la naturaleza, sin embargo, combinaciones típicas que originan la formación de los principales tipos de suelos».

GERASIMOV (1952, 1956) estableció además que los suelos de un mismo tipo genético deben tener: *a)* semejante constitución estructural del perfil; *b)* semejantes procesos de transformación y migración de sustancias; *c)* semejantes condiciones ecológicas y tipo de vegetación, y *d)* semejante fertilidad natural.

En los subtipos de la escuela rusa se indica cualitativamente la manifestación del proceso de formación del suelo en las distintas zonas geográficas, presentándose al mismo tiempo las transiciones entre los tipos de suelo (GERASIMOV).

El Chernozem «normal», según DOKUCHAEV, y posteriormente también según GERASIMOV, es un Chernozem en que se manifiestan todas

las propiedades características para su tipo, sin ninguna «desviación», es decir, un Chernozem que ni es carbonatado, ni solonetizado, ni lixiviado, etc. Más tarde, GEDROIŻ consideró como «normal» un Chernozem saturado con Ca^{++}.

En la región pampeana no existe el Chernozem típico (con perfil estable y rico en humus), ni un Chernozem «normal» (DOKUCHAEV y GEDROIZ).

El Chernozem puede presentar en las distintas zonas físico-geográficas una serie de variantes que, sin embargo, poseen las mismas propiedades básicas comunes, como ser:

a) acumulación de humus en los horizontes superiores (porcentaje y espesor);
b) color oscuro, casi negro;
c) presencia de un horizonte iluvial de $CaCO_3$;
d) estructura granular bien definida en el horizonte superficial.

Estas propiedades comunes son la consecuencia de una determinada combinación de los factores formadores de suelo: clima, roca madre, relieve y vegetación. Los Chernozem se forman bajo una vegetación herbácea (principalmente gramíneas), a partir de materiales que contienen $CaCO_3$ (loess o sedimentos loéssicos) y bajo un clima templado semiárido.

En las primeras clasificaciones de los Chernozem (DOKUCHAEV, 1880; SIBIRTZEV, 1901) el contenido de humus del horizonte superficial es la propiedad fundamental. SIBIRTZEV distinguió los siguientes subtipos de Chernozem: «del Norte», «fértil», «mediano» y «del Sur». Esta clasificación geográfico-genética sirvió de base para todas las posteriores, y así llegó hasta nosotros, con algunas modificaciones.. El subtipo «del Norte» fue sustituido por otros dos: el «degradado» y el «lixiviado». Además se incluyeron nuevos subtipos, como el «carbonatado» y el «solonetizado». Debido a una proposición de PRASOLOV, la denominación del subtipo «degradado» fue sustituida por la de «podzolizado».

El desarrollo de los conocimientos sobre génesis de los suelos, especialmente en cuanto al concepto de «tipo genético de formación», significó la aparición de nuevas ideas, como la de distinguir los suelos «típicos» de los «atípicos». Así, por ejemplo, PRASSOLOV (1938) incluyó dentro del «Chernozem típico» los subtipos: «fértil», «mediano» y «del Sur», y los demás dentro del «Chernozem atípico». Según este autor, no tiene importancia el contenido en humus, sino la estabilidad del perfil.

La clasificación de PRASOLOV no se impuso, pues no tenía en cuenta el contenido en humus del horizonte superficial, principal característica

de las clasificaciones de DOKUCHAEV y SIBIRTZEV. En 1950, en la conferencia de Moscú sobre clasificación de suelos, la clasificación de los Chernozem de PRASOLOV fue corregida, manteniéndose únicamente el subtipo «fértil» dentro de los «Chernozem típicos». Esta nueva modalidad es aceptada en la actualidad por la mayoría de los edafólogos rusos. Generalmente los subtipos de Chernozem «mediano» y «del Sur» tienen en Rusia un perfil estable, lo cual indujo a PRASOLOV a incluirlos en el grupo de los «típicos». Sin embargo, en ciertos lugares aparecen los mismos con todas las características de los Chernozem «lixiviados», «salinizados», «solodizados», etc., en cuyo caso debería agregarse el carácter de esa desviación del tipo y considerarlos «Chernozem atípicos».

A fin de señalar las diferencias fundamentales entre los principales subtipos de Chernozem en Rusia, se presenta en el cuadro 1, preparado sobre la base de datos suministrados por distintos autores (TUMIN, 1930; PRASOLOV, 1938; IVANOVA y ROZOV, 1958, etc.).

El subtipo de Chenorzem «podzolizado» difiere principalmente del «lixiviado» por la presencia de SiO_2 libre en el horizonte eluvial.

Los autores rusos sugieren, en caso de preferirse no aplicar sus denominaciones (especialmente cuando interviene un factor geográfico como en los «Chernozem del Sur»), caracterizar los subtipos por el porcentaje en humus y el espesor del horizonte húmico (cuadro 2).

El término «Prairie Soils», fue introducido en la literatura edafológica por MARBUT en el año 1927, para denominar los suelos zonales de Estados Unidos, que se extienden al este de los Chernozem. La mala interpretación que puede traer aparejada la aplicación de un nombre botánico para designar a un gran grupo de suelos, indujo a algunos edafólogos norteamericanos a proponer su reemplazo por el de «Brunizem» (SMITH, ALLOWAY y RIECKEN, 1950).

CUADRO 1

Subtipo de Chernozem	Profundidad del $CaCO_3$ (cm)	Espesor del solum (A + B) (1) (cm)	Contenido humus (kg/m^3)	Presencia de un horizonte eluvial	Presencia de SiO_2 libre en el horizonte eluvial
Podzolizado .	>120	80	30-10	+++	++
Lixiviado ...	100-200	100	35-55	++	+
Típico	70-100	110	55-75	—	—
Mediano	50-70	70	30-55	—	—
Del Sur.....	20-50	60	20-30	—	—

(1) Hasta 1,5 % de materia orgánica.

CUADRO 2

Humus (%)	Espesor del solum : A + B (cm)
Rico en humus : > 9	Muy profundo : > 120
Medianamente provis en humus : 6	Profundo : 80-120
Pobre en humus : 4-5	Medianamente profundo : 40-80
Muy pobre en humus : 3-4	Poco profundo : < 40

MARBUT (1928) al referirse al origen del nombre de estos suelos aclaró: «The group designated as Prairie soils is so named for lack of a better name. It would be more consistent to designate it as the dark coloured group. These soils do not seem to occur in Europe and were not identified and named by Russian soil scientists».

Posteriormente, algunos autores trataron de precisar mejor el alcance de este término, como por ejemplo BARSHAD (1946); SMITH, ALLOWAY y RIECKEN (1950) y otros. En la descripción dada por estos últimos, desaparece el principal factor de la caracterización hecha por MARBUT, es decir, la ausencia de concentración de $CaCO_3$ en el solum. Las características dadas por estos autores son tan amplias, que desaparece la diferencia entre Prairie soils y Chernozem (en el concepto de los edafólogos de Estados Unidos). Así estos autores consideran como propias de los Prairie soils las siguientes características: pH entre 4,5 y 7,0 en el horizonte superficial; relación C/N en el mismo horizonte de 11 $\pm$ 2 y en el B de solamente 7 $\pm$ 2; contenido de carbono en el primer horizonte de 0,5 a 6,0, etc. Las opiniones de estos autores permite llegar a la conclusión que el problema de la caracterización de los «Prairie soils» no está aún resuelto, hallándose en pleno desarrollo nuevos enfoques y discusiones.

El concepto «Chernozem» en EE. UU. aparentemente corresponde al concepto ruso de Chernozem «normal» o «típico» de PRASOLOV. Los edafólogos de EE. UU. no reconocen los subtipos derivados del Chernozem, lo que los llevó a la consideración de los «Prairie Soils» como un tipo genéticamente independiente de los Chernozem.

Resulta interesante presentar aquí las opiniones de algunos autores rusos, que tuvieron oportunidad de observar los suelos de EE. UU. durante el Primer Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, en el año 1927. VILENSKI (1928), dice: «The Chernozem type of soil was found in the prairie soil of Canadá and Fargo, North Dakota». PRASOLOV (1928) considera que: Los suelos oscuros de la «prairie» de los estados del Centro

corresponden ampliamente al Chernozem lixiviado de Rusia. FROLOV (1928) opina que «Prairie soils» son Chernozem degradados. También NIKIFOROV (1930) señala que la presencia de Solonetz en la región de los suelos de Pradera (Red River Valley) atestigua que estos suelos pertenecen al tipo de formación de los Chernozem. JOFRE (1949), llega a la siguiente conclusión: «We must therefore accept, until otherwise proved, the view that Prairie soils belong to the subdivision of degraded Chernozem».

Partiendo del viejo concepto de los edafólogos rusos, que la podzolización ocurre solamente bajo vegetación forestal, MARBUT sostuvo que, de aceptarse que los «Prairie soils» son Chernozem degradados, se debe suponer que la región de los «prairie soils» fue invadida por lo menos alguna vez por bosques. Sin embargo, JENNY (1941) cita la siguiente expresión de MARBUT: «Podzolization is a leaching process and the podzol soils are the most thoroughly leached soils of the world insofar as the leaching is done merely by solution».

En la literatura edafológica rusa se sostiene generalmente que la podzolization ocurre sólo bajo vegetación forestal, opinión que sin embargo no es aceptada por unanimidad. El hecho que los suelos podzolizados se encuentran comunmente bajo vegetación forestal no significa que los mismos no puedan formarse también bajo vegetación herbácea. En este sentido es interesante traer a colación la opinión de GEDROIZ (1925): «Como es sabido, la humedad es el principal factor de formación de suelo, en sentido general y en sentido especial, por los cambios que puede provocar en el suelo, que dependen de la cantidad de agua que se infiltra a través del suelo y de la profundidad de infiltración». Y luego este autor agrega: «Los procesos que ocurren en un Chernozem normal bajo la influencia de la lixiviación se denominan degradación del Chernozem; este proceso transforma gradual y muy lentamente el Chernozem en un suelo del tipo Podzol». Además, en muchos trabajos rusos posteriores fue demostrado que la influencia del bosque no es tan evidente. Así, por ejemplo, SIUTA (1962) opina que el medio ácido por sí solo es insuficiente para producir podzolización. Después de una serie de experimentos, este autor llegó a la conclusión que la alternancia de reacciones de oxidación y reducción favorecen la diferenciación de los horizontes del suelo.

Desde los tiempos de DOKUCHAEV, los edafólogos conocen el proceso de lixiviación. DOKUCHAEV y sus alumnos SIBIRTZEV y GLINKA estudiaron este proceso en conexión con los suelos podzolizados. También GEDROIZ (1955) dio a este fenómeno gran importancia, subrayando que en los suelos podzólicos se lixivian tanto las partículas enteras como sus productos de descomposición.

La idea de algunos autores (CERNESCU, 1938, DUCHAUFOUR, 1951 y otros), que en unos suelos ocurre principalmente el primer tipo de lixiviación y en otros el segundo, no prosperó. Tal como lo indicaron PARFENOVA y JARILOVA (1960), GORBUNOV (1961) y otros, en la naturaleza se desarrollan ambos procesos paralelamente. GERASIMOV (1960) admite que los «sols lessivés» son suelos prepodzólicos y por lo tanto podrían llamarse «pseudopodzoles».

Suelos lixiviados con horizonte B textural muy desarrollado se encuentran en muchos lugares del mundo: en Rusia (valles de los ríos Volga, Don, Kuban, Dnieper, etc.), en Rumania, Albania, Bulgaria, Africa, etc. La propiedad común de todos estos suelos, formados en diferentes zonas geográficas, es la presencia del horizonte B textural. En Rusia, YAKOVLEV (1914) llamó a estos suelos «compactos» («slityi»). Estudios posteriores de estos suelos (GEDROIZ, 1955; BOGATYREV, 1958; BYSTRITZAKAYA, 1962, y otros) parecen demostrar que su génesis se halla vinculada, por un lado, a condiciones hidromórficas, y por el otro, a una solonetización tanto sódica como magnésica. GEDROIZ (1955) indicó que el Chernozem compacto de Rusia es un Solonetz magnesiano. BOGATYREV (1957) supone que el Chernozem compacto de Rusia es un prototipo de Smolniza (smoniza) de Yugoslavia y Albania, que se formó en condiciones de exceso de humedad y prevalencia de Mg^{++} intercambiable sobre Ca^{++}. ZAKHAROV y sus alumnos (p. ej. BLAZHNYI, 1959) consideran los Chernozem compactos del valle del río Kuban como formas degradadas del Chernozem normal.

La influencia del Mg^{++} intercambiable sobre las propiedades físicas del suelo no es tan conocida como la del H^{+}, Al^{3+}, Na^{+} y Ca^{++}, pues en el mundo existen pocos suelos magnesianos. En la mayoría de los suelos, el Mg^{++} intercambiable está presente como catión secundario. GEDROIZ (1955) señaló que los suelos magnesianos se asemejan a los Solonetz. POLYNOV (1934) estableció que en los suelos lixiviados aumenta el rol del Mg^{++} intercambiable, lo cual fue corroborado posteriormente. En este sentido, PANKOV y SHAVRYGIN (1934) comprobaron que en los suelos de depresiones la proporción del Mg^{++} intercambiable llega al 60 %. Estos autores subrayaron la importancia del Mg^{++} en la formación de los suelos Solonetz, que habitualmente se supone ocasionado por la presencia del Na^{+} intercambiable.

Distintos autores encontraron Mg^{++} intercambiable presente en gran proporción: IVANOVA (1947, 1949); KRYUCHKOV (1953); KUDRIN y ROSANOV (1938); BOLYSHEV (1948); HANSE y STEWART (1927); KREIBIG (1935); USOV (1937); GILL y SHERMAN (1952) y otros.

SOKOLOV (1963) señala que los suelos con elevado porcentaje de Mg^{++} intercambiable poseen las siguientes propiedades características: compactación, plasticidad, color oscuro aún con pequeño contenido en humus, escasa friabilidad, gleización, etc. Todas estas propiedades también son propias de los suelos Solonetz, razón por la cual este autor propone denominar a aquellos como «Solonetz magnesiano». La diferencia entre el Solonetz sódico y el magnesiano consiste en que en el primer caso el perfil muestra una marcada diferencia de contenido en coloides de los horizontes eluvial e iluvial, mientras que en el segundo caso esa diferencia es muy poco o nada marcada, pero el horizonte iluvial es compacto.

La bibliografía señala que el horizonte B textural puede originarse por distintas vías o procesos: tanto por lixiviación como *in situ*. La observación de la curva de las partículas $< 2\mu$ de un suelo con B textural de la región pampeana, permite llegar a la conclusión que una parte debe haberse formado *in situ*.

Como se sabe, la intensidad de la lixiviación depende de la peptización de la arcilla: los suelos que contiene Na^{+} y Mg^{++} como cationes intercambiables se lixivian más fácilmente que los que contienen Ca^{++}.

La presencia de un horizonte iluvial arcilloso, la salinidad del agua subterránea, el aumento del pH con la profundidad y la presencia de gran cantidad de SiO_2 libre en el horizonte eluvial, como en el caso de algunos suelos de la región pampeana húmeda, responden a las características de los suelos Solod.

Las nociones de Solod y solodización fueron introducidas por GEDROIZ (1955) en el año 1926. Este autor estableció que el horizonte eluvial del Solod contiene mucha más SiO_2 amorfa, soluble en una solución caliente de OHK al 5 %, que otros tipos de suelos.

GEDROIZ (1926) sostuvo que de un Solonetz se elimina en primer término por lixiviación la materia orgánica y luego los productos de descomposición de los minerales (SiO_2 y R_2O_3). Mientras que los R_2O_3 se lixivian y acumulan en el horizonte iluvial, la SiO_2 amorfa se queda en el horizonte eluvial.

Así, en el horizonte eluvial de un Solod, la relación SiO_2/Al_2O_2 es mucho mayor de 4. La solodización, a diferencia de la podzolización, ocurre tanto en ausencia como en presencia de $CaCO_3$. Es comprensible que la velocidad del proceso en el primer caso es mucho mayor que en el segundo.

La causa de la acumulación de SiO_2 amorfa en el horizonte eluvial fue aclarada por TIURIN (1937), USOV (1943), PARFENOVA (1949), PARFENOVA y YARILOVA (1960), RODE y col. (1960), BAZILEVICH y col. (1954)

y otros, quienes demostraron que se debe a los agentes biológicos (diatomeas, gramíneas, etc.). Las gramíneas pueden contener hasta 60 % de SiO_2 en las cenizas, aunque crecen con la misma facilidad en ausencia de SiO_2.

A continuación se presentan algunos datos sobre el contenido de SiO_2 de algunas gramíneas, tomadas del trabajo de ABIUSSO (1962).

CUADRO 3

Contenido en SiO_2 de algunas gramíneas

Especie	% sobre sustancia seca		% de SiO_2
	Ceniza	SiO_2	
Agropyron cristatum	14,76	6,20	42,0
Bromus auleticos	11,76	5,52	46,9
Stipa betrandi	9,72	5,80	59,7
Medicago sativa	10,46	1,17	11,1

Las diatomeas habitan en el suelo hasta 1 m de profundidad, aunque siendo autótrofas, prefieren el horizonte superficial. Las necesidades de las diatomeas en SiO_2 soluble es excepcionalmente grande y, por lo tanto, no es extraño que ellas aparezcan en lugares con un alto contenido de SiO_2 en solución. BAZILEVICH y col (1954) intentaron separar la SiO_2 de origen biológicos de la de origen mineralógico.

En la naturaleza la solodización siempre ocurre en condiciones de exceso de humedad, que es el factor principal para el desarrollo de las diatomeas. Sin embargo, la presencia de diatomeas en un suelo no está necesariamente vinculada con el proceso de solodización (BAZILEVICH 1947).

La solubilidad de la SiO_2 aumenta con el aumento de pH del medio y en consecuencia con la solonetización siempre aumenta el contenido en SiO_2 del agua del suelo.

Sin embargo, como demostró GORBUNOV (1961), a veces el Solod en su horizonte eluvial no contiene elevadas cantidades de SiO_2 amorfa a pesar de que tiene lugar la descomposición de minerales. Esto puede suceder en ausencia de «fijadores» o «acumuladores» de SiO_2: gramíneas y diatomeas. La SiO_2 amorfa se acumula en el suelo solamente cuando la descomposición de minerales está acompañada por la acción biológica de las diatomeas y de las gramíneas. La acumulación de SiO_2 amorfa también puede ocurrir por ascenso capilar del agua subterránea.

En una serie de aspectos, distintos suelos de la región pampeana húmeda se acercan a los Solod (por el exceso de SiO_2 amorfa en el horizonte eluvial y el aumento del pH con la profundidad), a los Chernozem lixiviados y degradados, o, en terminología de GERASIMOV, a los pseudopodzólicos (por el perfil diferenciado y especialmente por la presencia de un horizonte B textural) y a los Slityii y Smolniza (por alta relación Mg^{++}/Ca^{++} intercambiable y el horizonte B textural muy compacto).

Todos estos suelos (Solod, Chernozem lixiviado y degradado, Chernozem Slityi, Smolniza) son formaciones que se hallan asociadas más bien a la estepa que a la pradera. Esto vendría a confirmar que la denominación «pradera» para la vegetación pampeana no es muy correcta.

Es difícil creer que suelos de la región pampeana hayan pasado por los estados del halomorfismo, que pudo tener lugar solamente en las depresiones. En ninguna parte del perfil zonal se observa hoy una intervención significativa del Na^+ intercambiable. Llama, en cambio, la atención la importante participación del Mg^{++} intercambiable, que pudo haber favorecido el intenso proceso de lixiviación.

Dada la similitud en una serie de propiedades (color, morfología, etc.) de los suelos oscuros de la región pampeana y el Chernozem, estimamos correcto denominarlos «Chernozoides de la región pampeana», que significa que son parecidos aunque no idénticos a los Chernozem. Sin duda en el primer tiempo de su desarrollo, estos suelos fueron más parecidos a los Chernozem. Pero hoy el «desvío» es tan grande que no se puede identificarlos como tales.

La presencia de procesos de degradación, o mejor, de diferenciación de los horizontes, no significa forzosamente que la región pampeana haya estado alguna vez ocupada por bosques, pues como ya fue indicado anteriormente, la degradación pudo ocurrir tanto en presencia como en ausencia de la vegetación arbórea.

4. Los suelos pampeanos

Generalidades

En cuanto a los suelos climatogénicos, no existen diferencias fundamentales en la clase de los procesos de formación sino más bien a un distinto grado de intensidad con que los mismos actuaron sobre los materiales. Estos procesos se hallan íntimamente vinculados con las propiedades físicas y químicas de los materiales de partida y con las formas del relieve que ocupan, como así también con las transformaciones que luego ocurrieron a través del tiempo por acción del clima, flora, fauna y el hombre.

En la región pampeana húmeda, la lixiviación de los suelos «zonales» ha sido más intensa que la meteorización y no ha podido ser contrarrestada por la actividad biológica, originando una progresiva acidificación de los horizontes superficiales (incorporación del H^+ en el complejo de intercambio). A medida que se avanza hacia condiciones de mayor aridez se produce el equilibrio entre ambos procesos.

Los materiales originarios, como ya quedó señalado, han sido ricos en $CaCO_3$, produciendo inicialmente condiciones de elevada estabilidad en el perfil. Con el transcurso del tiempo y por la acción de las aguas filtrantes, este $CaCO_3$ ha sido lavado hasta una profundidad que se halla relacionada con la permeabilidad del suelo y el régimen pluviométrico de cada lugar. Recién entonces pudo movilizarse la arcilla.

Distinto es el caso de las áreas deprimidas, donde las características de «zonalidad» de los suelos han sido alteradas por la repetida saturación de los materiales con aguas de inundación. Las condiciones temporariamente reductoras, asociadas al mal drenaje, facilitan la liberación del Fe_2O y MnO, que se manifiesta a través de moteados y concreciones más o menos abundantes. También, en conexión con la alta relación meteorización/lixiviación, estos suelos se hallan a veces impregnados por productos secundarios, como ser sales neutras y alcalinas. El grado de hidromorfismo de un suelo es muy variable y depende de su posición dentro de la depresión.

A fin de determinar el grado de alteración de distintos tipos de suelos de la región pampeana, se determinó la concentración de SiO_2 y Al_2O_3 libres, solubles en 5 % de KOH (método GEDROIZ). Pudo atestiguarse así una acumulación de SiO_2 amorfa en los horizontes superiores, más acentuada en los suelos correspondientes a la parte más húmeda de esta región. En el cuadro 4 se dan algunos datos al respecto.

Un examen microscópico [1] mostró la presencia de gran cantidad de fitolitos y una cantidad menor de diatomeas.

Como ya fuera mencionado anteriormente, el horizonte B textural pudo formarse tanto como consecuencia de la formación de partículas *in situ,* como por el transporte desde los horizontes superiores. Con la aparición del horizonte B textural, y a medida que aumenta la densidad aparente del mismo, disminuyen los procesos de lixiviación. En consecuencia, disminuye también el transporte directo de las partículas pero continúa la formación *in situ.* Sólo así se explica la desproporción que muchas veces se observa entre los horizontes A y B.

[1] Realizado por la profesora ESTHER L. BAAMONDE.

CUADRO 4

SiO_2 y Al_2O_3 solubles en 5 % de KOH y la relación molar de SiO_2/Al_2O_3 (Método K. Gedroiz) en suelos de cuatro localidades de la región pampeana

Chernozoide con B textural (Gálvez, N° 795-9 I. S. A.) (1)					Chernozoide con B textural (Castelar) (Perfil XIII I. S. A.)					Chernozoide sin B textural (Lincoln) (814-5 I. S. A.)			Chernozoide de Vega (Navarro) (860-3 I. S. A.)		
Horizonte	Profundidad (cm)	SiO_2 %	Al_2O_3 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Horizonte	Profundidad (cm)	SiO_2 %	Al_2O_3 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Horizonte	Profundidad (cm)	SiO_2 %	Horizonte	Profundidad (cm)	SiO_2 %
A_{1p}	0-18	7,65	0,46	14,1	A_{1p}	0-10	7,25	0,65	9,6	A_{11}	0-15	5,04	A_{00}	—4-0	9,32
A_3/A_2	18-25	4,78	0,61	6,7	A_3	10-20	7,50	0,63	10,0	A_{12}	15-40	4,80	A_{11}	0-8	7,97
B_{21}	25-30	3,33	0,65	4,3	B_{21}	20-42	3,38	0,91	3,2	AC	40-72	2,35	A_{12}	8-17	12,13
B_{22}	30-52	3,29	0,67	4,2	B_{22}	42-72	2,26	0,82	2,3	C	72-130	1,89	A_2	17-38	7,37
B_{23}	52-65	3,60	0,70	4,5	B_{23}	70-90	2,60	0,98	2,1				B_{21}	38-55	2,71
													B_{22}	55-82	3,14

(1) I. S. A. : Instituto de Suelos y Agrotecnia.

Todas estas consideraciones permiten realizar una primera subdivisión de los suelos de la región pampeana en función de relieve, según que éste sea positivo o negativo. En las áreas plano-convexas se hallan ubicados los suelos climatogénicos con drenaje libre, mientras que en las plano-cóncavas, los suelos hidromórficos con drenaje lento a impedido. En el primer grupo pueden señalarse luego diferencias según el distinto grado de lixiviación de los suelos, que depende en gran parte del régimen pluviométrico de cada lugar y de la permeabilidad de los materiales.

Además de las diferencias genéticas citadas, interviene otro factor de carácter hereditario que requiere ser tomado en consideración para una posterior subdivisión de los suelos pampeanos, por su importancia agrícola y amplia difusión geográfica: la presencia o ausencia de tosca en el suelo.

La tosca constituye generalmente un manto continuo y estratificado, de muy variable espesor, cuyo origen no puede atribuirse únicamente a procesos pedogenéticos. La influencia de la tosca sobre los cultivos, depende de su posición en el perfil y de su grado de penetrabilidad al agua y raíces. Cuando es impermeable, influye sobre el régimen hídrico del suelo, y en consecuencia, sobre su productividad.

Clasificación de los suelos pampeanos

La clasificación, en general, es el resultado de estudios científicos y al mismo tiempo un auxiliar para los mismos. La carencia de una clasificación natural de suelos reconocida por todos nos indujo intentar la clasificación de los suelos pampeanos tanto por el sistema de los EE. UU., como por el de la URSS., países ambos que poseen extensas áreas de condiciones físico-geográficas semejantes a las de la región pampeana. Tal aproximación al problema quizá conforme a todos y facilite el mutuo entendimiento entre los interesados.

En la figura 3 se presenta un mapa esquemático de los principales tipos o grupos de suelos de la región pampeana.

En el siguiente cuadro nº 5 se presenta un ensayo de clasificación de los suelos pampeanos según los sistemas de las escuelas de la URSS. y EE. UU. al nivel del tipo genético de formación y gran grupo, respectivamente.

Ciertos tipos genéticos, principalmente los tres primeros, permiten una ulterior subdivisión en subtipos y familias de suelos, que quizá equivaldría a pequeños grupos y familias para el sistema norteamericano, aunque estos conceptos han sido poco desarrollados hasta ahora en aquel país. Algunas de estas subdivisiones permiten, por su difusión geográfica, una representación cartográfica aún en mapas de pequeña escala, otras en cambio no

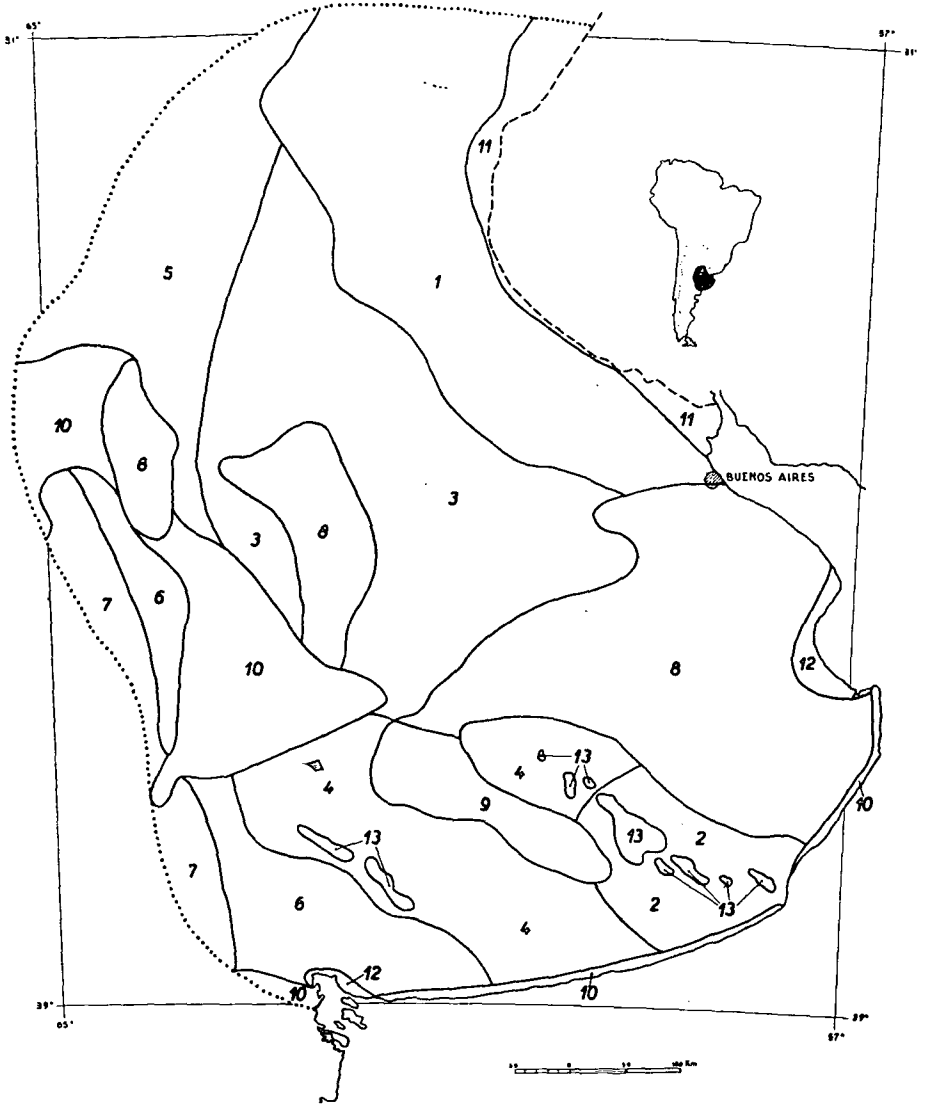


Fig. 3. — *Mapa esquemático de suelos de la región pampeana :* 1, Chernozoide con horizonte B textural, sin tosca ; 2, Chernozoide con horizonte B textural, sobre tosca; 3, Chernozoide sin horizonte B textural, sin tosca ; 4, Chernozoide sin horizonte B textural, sobre tosca ; 5, Suelo Castaño oscuro, sin tosca ; 6, Suelo Castaño oscuro- sobre tosca ; 7, Suelo Castaño claro, sobre tosca ; 8, Chernozoide de Vega y Castaño de Vega, sin tosca ; 9, Chernozoide de Vega y Castaño de Vega, sobre tosca ; 10, Arenas (médanos, suelos arenosos y dunas marítimas) ; 11, Aluviales (depresión del Paraná, sin Entre Ríos) ; 12, Marismas ; 13, Chernozoide de Montaña.

CUADRO 5

Números de la figura 3	Tipo genético (URSS)	Gran grupo (EE. UU.)
1, 2, 3, 4	*a*) Chernozoide	Brunizem
5, 6, 7	*b*) Castaño	Castaño
8, 9	*c*) Chernozoide de Vega y Castaño de Vega (con algunos Solods)	Gley húmico y subhúmico, y Planosol (con algunos Solods)
10	*d*) Arenas	Regosoles
11	*e*) Aluviales	Aluviales, Half Bog y Bog
12	*f*) Marismas	Marismas
13	*g*) Chernozoide de Montaña	Brunizem (litosólico)

En nuestro caso, la separación de los subtipos obedece a razones genéticas y la de las familias a hechos heredados de la roca madre.

Las subdisiviones que pueden establecerse para estos tipos genéticos son las siguientes:

a) Chernozoides (1, 2, 3, 4 de la fig. 3): Aquí se puede realizar una clara subdivisión en dos subtipos, según la presencia o ausencia de un horizonte B textural. Cada uno de estos subtipos puede separarse en dos familias, según la presencia o ausencia de tosca en el perfil.

b) Castaños (5, 6, 7 de la fig. 3): En la clasificación rusa se toma como base, para la subdivisión de este tipo, el grado de lixiviación y la acumulación de materia orgánica, reconociéndose principalmente los «Castaños oscuros» y los «Castaños claros». En el presente trabajo aceptamos tentativamente este criterio pero sin tener la seguridad, por falta de información, si es aplicable para los suelos de la región pampeana.

Sólo los Castaños oscuros pueden separarse en familias según la presencia o ausencia de tosca, ya que los Castaños claros, según los datos disponibles, siempre se hallan apoyados sobre tosca.

c) Chernozoides de Vega y Castaños de Vega, con algunos Solod (8 y 9 de la fig. 3): Estas formas se hallan asociadas a los Chernozoides y Castaños, caracterizándose por su horizonte B hidromórfico. Pueden diferenciarse dos subtipos: uno con un claro horizonte A_2

en el perfil y otro sin A_2, los que corresponden a los Planosoles y a los Humic Gley y Low Humic Gley, respectivamente, de la clasificación americana. La escala de la figura 3 no permite una separación cartográfica de estas formas, pues se hallan asociadas. Además puede realizarse otra separación según la presencia o ausencia de tosca en el perfil.

Los demás tipos genéticos (Arenas, Aluviales, Marismas y Chernozoides de Montaña) sólo se mencionan brevemente y no han sido motivo de subdivisiones en subtipos y familias.

En el cuadro 6 se ha estimado la superficie ocupada por cada uno de los tipos, subtipos y familias de suelos de la región pampeana.

CUADRO 6

Número de la figura 3	Tipo, subtipo y familia	Km²
1	Chernozoide con horizonte B textural sin tosca.....	73.250
2	Chernozoide con horizonte B textural sobre tosca...	18.300
3	Chernozoide sin horizonte B textural sin tosca.....	82.600
4	Chernozoide sin horizonte B textural sobre tosca...	44.300
5	Castaño oscuro sin tosca.....	43.000
6	Castaño oscuro sobre tosca	30.700
7	Castaño claro sobre tosca.....	17.200
8	Chernozoide de Vega y Castaño de Vega sin tosca..	95.400
9	Chernozoide de Vega y Castaño de Vega sobre tosca	13.800
10	Arenas (médanos, suelos arenosos y dunas marítimas)	39.500
11	Aluviales (depresión del Paraná, sin Entre Ríos)...	9.750
12	Suelo de Marismas.....	4.000
13	Chernozoide de Montaña.....	4.900
	Total...	476.700

a) Los Chernozoides de Región Pampeana (1, 2, 3 y 4 de la fig. 3):

Este tipo genético, que ocupa más de 200.000 km², se encuentra generalmente incluído entre las isoyetas anuales de 700 y 900 mm, ocupando siempre los elementos positivos del relieve. Los suelos asociados de esta área son los hidromórficos, que ocupan aproximadamente el 10 % de la superficie.

Generalmente se acepta que la gran mayoría de estos suelos se ha formado a partir de sedimentos loéssicos. Ocupan áreas de relieve plano a suave

y moderadamente ondulado, son muy profundos cuando no interfiere la tosca y su drenaje es libre.

Una de las diferencias más importantes entre los materiales que formaron ambos subtipos (con B textural y sin B textural) es el tamaño de las partículas, mucho más fino en el primer caso (textura franco limosa a franco arcillo limosa) que en el segundo (textura franco arenosa). Si esta diferencia se debe meramente a una selección de las partículas durante su transporte eólico y a su distinta edad o a diferencias más fundamentales de sedimentación es una cuestión que aún queda abierta.

Las características comunes fundamentales del perfil son: 1) horizonte A con más de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro a pardo muy oscuro (colores de Munsell 10YR3/2-3/1-2/2, en fresco), estructura granular; consistencia friable; fuerte a medianamente ácido (pH 5,4 a 5,8); 2) fuerte lixiviación, con hasta un 20 % de insaturación en el horizonte A; 3) eliminación del calcáreo hasta más allá del solum (150 cm y más); y 4) pasaje gradual entre los horizontes genéticos (a veces, cuando existe un horizonte B textural, el límite entre los horizontes A y B puede ser más o menos brusco).

La capacidad de intercambio es de hasta 40 m.e; el Ca^{++} representa aproximadamente un 50 % del valor T, aumentando su proporción en profundidad; la relación Ca^{++}/Mg^{++} oscila entre 4 y 3; el Na^{+} interviene en un 2-5 %, sin mostrar tendencia de aumentar en profundidad; la relación C/N oscila alrededor de 10-12, disminuyendo en profundidad.

La diferencia entre los subtipos se halla localizada en el subsuelo, por la existencia o no de un fuerte incremento de arcilla con respecto a los horizontes A y C.

Finalmente la separación de ambos subtipos en familias, como ya se dijera, se ha basado en la presencia o ausencia de tosca en el perfil; su existencia no ha tenido aparentemente una mayor repercusión sobre la evolución del suelo.

a-1) *Los Chernozoides con fuerte horizonte B textural* (1 y 2 de la fig. 3, y lám. 3 y 4)

Se encuentran difundidos principalmente en dos partes de la región: por un lado en una franja de 100 a 200 km de ancho a lo largo del río Paraná, en el NE, y por el otro, en el área que ocupan las sierras de Tandil, al S. Ambas se hallan separadas por la gran depresión central. En la primera no existe tosca en el perfil; en la segunda en cambio casi siempre aparece.

La transición entre el sector de los Chernozoides con B textural y el que no lo presenta es más o menos gradual, pudiendo encontrarse a lo largo del límite una serie de formas intermedias.

La diferente evolución de los Chernozoides del sector oriental, con su potente horizonte B, en relación con los del sector occidental, sin horizonte B, debe haber sido favorecida por factores climáticos y la constitución de los materiales originarios. Es decir, el clima más húmedo ha provocado una mayor lixiviación de los materiales, que presentan una adecuada proporción entre los elementos que KUBIENA (1938) ha dado en llamar esqueleto y plasma. Se supone que primeramente fue eliminado el calcáreo y luego comenzó a movilizarse la arcilla. Sin embargo, dado que el contenido en arcilla del horizonte B con respecto al A en muchos casos se duplica, y siendo el espesor de este horizonte B de 30 a 60 cm, debe descartarse la idea de que este enriquecimiento pudo haberse originado exclusivamente por iluviación, sino en gran parte por formación de arcilla *in situ*.

A continuación se presenta la descripción de un perfil que se considera representativo para estos suelos. Pertenece a la estación experimental de Castelar, ubicada a 20 km al W de la ciudad de Buenos Aires.

Descripción de un perfil de un Chernozoide con fuerte horizonte B textural (sin tosca) - (Perfil XIII de la Estación Experimental de Castelar).

A_p 0-10 cm Gris oscuro (10YR4/1, seco) a gris muy oscuro (10YR3/1, húmedo); franco arcilloso a franco arcillo limoso; granular medio, que rompe a granular fino; duro, friable, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; medianamente ácido (pH 5,8); abundantes raíces y raicillas; lombrices; límite de horizonte brusco.

A_3 10-20 cm Gris oscuro (10YR4/1, seco) a gris muy oscuro (10YR3/1, húmedo); franco arcilloso a franco arcillo limoso; bloques subangulares medios que rompen a gránulos gruesos; duro, firme, plástico y adhesivo; medianamente ácido (pH 5,8); raíces y raicillas; límite de horizonte claro.

B_{21} 20-42 cm Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2, seco) a pardo muy oscuro (10YR2/2, húmedo); arcillo limoso a arcilloso; prismas medios débiles que rompen a bloques angulares medios y finos; muy duro, firme, plástico y adhesivo; ligeramente ácido (pH 6,3), algunos «clay-skins», pocas raicillas; límite de horizonte claro a gradual.

B_{22} 42-70 cm Pardo-pardo oscuro (7,5YR4/2, seco) a pardo oscuro (7,5YR3/2, húmedo); arcillo limoso a arcilloso; prismas medios débiles, que rompen bloques angulares medios; muy duro, muy firme, muy plástico

y muy adhesivo; neutro (pH 6,9); abundantes «clayskins»; las pocas raicillas avanzan prnicipalmente por las grietas; límite de horizonte gradual.

B_{23} 70-90 cm Pardo pálido (7,5YR6/4, seco) a pardo (7,5YR5/4, húmedo); arcilloso a franco arcilloso; prismas débiles que rompen a bloques angulares y subangulares, moderados gruesos; muy duro, firme, plástico y adhesivo; poros y tubos con raicillas vivas y muertas; débilmente alcalino (pH 7,4); límite de horizonte gradual.

B_3 90-120 cm Pardo pálido (7,5YR6/4, en seco) a pardo (7,5YR5/4, húmedo); franco arcillo limoso a franco arcilloso; prismas débiles que rompen a bloques angulares y subangulares moderados, gruesos y medianos; duro, firme, plástico y adhesivo; débilmente alcalino (pH 7,6); abundantes poros y tubos oscuros de raicillas muertas y algunas vivas; muy pocas y muy pequeñas concreciones calcáreas; límite de horizonte gradual.

C 120-140 cm Pardo pálido (7,5YR6/4, seco) a pardo (7,5YR5/4, húmedo); franco limoso a franco arcillo limoso; bloques subangulares débiles a masivo; ligeramente duro, plástico y adhesivo; moderadamente alcalino (pH 8,0); reacción fuerte al HCl en toda la masa y algunas concreciones pequeñas; poroso.

En el gráfico de la figura 4, que corresponde al mismo perfil, se puede apreciar: el constante incremento del pH; la relativamente rápida disminución de la materia orgánica; el fuerte aumento de arcilla en el potente horizonte B; y la ubicación del calcáreo en la parte inferior del perfil, debajo del solum.

La textura de los materiales originarios en este subtipo es característica y se aparta notablemente de la del otro subtipo: arcilla ($< 2\mu$), 30-50 %; limo ($2\text{-}50\mu$), 40-50 %; y arena sólo 7-20%, con diámetros inferiores a los 250μ.

Sin duda son estos los más evolucionados entre los suelos zonales de la región pampeana por la amplia diferenciación de horizontes. Su avanzado grado de «madurez» se evidencia además por el límite casi abrupto entre los horizontes A y B. La estructura débilmente prismática del horizonte B proviene probablemente de los amplios movimientos alternativos de contracción y expansión de los agregados, consecuencia de las variaciones de humedad. La compactación y densificación de la masa, y la consiguiente menor porosidad del horizonte B, crean condiciones adversas para la actividad biológica. En consecuencia, en estos suelos la misma se desarrolla en gran parte en el relativamente delgado horizonte A.

El movimiento de agua y aire, como así también el avance de las raíces

se produce principalmente por las amplias grietas del subsuelo, que se forman cuando su contenido en humedad es bajo.

Desde el punto de vista agrícola, estos suelos se cuentan entre los más productivos del país, por la favorable conjunción de las condiciones edá-

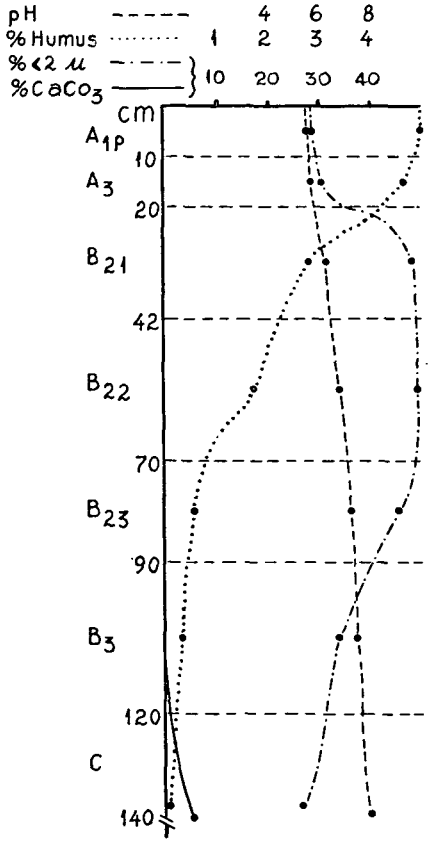


Fig. 4. — *Curvas de distribución de arcilla, materia orgánica, pH y $CaCO_3$ de un Chernozoide con horizonte B textural muy desarrollado.* (Perfil XIII de la Est. Exp. de Castelar).

ficas y climáticas. Se adaptan especialmente a cultivos que se conforman con poca profundidad de suelo útil (cereales, oleaginosas y numerosas forrajeras) ya que el horizonte B representa un obstáculo a la penetración radical. En cambio este horizonte tiene buena capacidad de acumulación de humedad, confiriendo a estos suelos resistencia a la sequía. Sin embargo no ocurre lo mismo cuando el horizonte B se encuentra demasiado próximo a la superficie (menos de unos 15 cm), lo que suele ocurrir

como consecuencia de procesos erosivos, a los que estos suelos son propensos. En cambio, se adaptan sólo relativamente bien a especies con sistema radical profundo (alfalfa, algunos forestales, etc.). En general responden bien al subsolado, encalado y fertilización.

a-2) Los Chernozoides sin horizonte B textural (3 y 4 de la fig. 3 y lámina 5)

Se hallan ubicados al W y S del área de los Chernozoides con horizonte B textural, hacia donde disminuyen las lluvias y los materiales se hacen más sueltos. En el S aparece la tosca en el perfil, no así en el W. Hacia el E y N pasan gradualmente a los suelos considerados en el párrafo anterior y a las áreas deprimidas, y hacia el W y S, en dirección a una mayor aridez, a los suelos Castaños y a las arenas de médano. Como en el caso anterior, ocupan los elementos positivos del relieve, estimándose que las depresiones en el conjunto del área sólo representan el 5 %. El sector 3 de la figura 3 es perfectamente plano; en cambio el 4 presenta algunas ondulaciones.

En comparación con los suelos del sector oriental, éstos presentan características juveniles. Evidentemente no hubo ningún movimiento de arcilla ni formación de la misma *in situ;* al contrario, el contenido en arcilla disminuye leve y gradualmente en profundidad. En consecuencia, la lixiviación se ha limitado a lavar el $CaCO_3$ a gran profundidad (150 cm y más) o hasta la tosca y a provocar una considerable insaturación en el complejo intercambiable de los horizontes superficiales (hasta 20 % y más).

A continuación se describe un perfil típico, ubicado a 10 km al NW de la ciudad de Gral. Arenales, Provincia de Buenos Aires:

Descripción de un Chernozoide sin horizonte B textural (sin tosca) - (Perfil 795/3, a 10 km al NW de Gral. Arenales, Provincia de Buenos Aires)

A_p 0-12 cm Gris oscuro a pardo grisáceo oscuro (10YR4/1,5) en seco, pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en fresco; franco a franco arenoso; granular medio, débil; suelto a blando, no plástico, ligeramente adhesivo; medianamente ácido (pH 5,6); abundantes raíces y raicillas; límite de horizonte brusco.

A_{12} 12-35 cm Idem al anterior; límite de horizonte gradual.

AC 35-70 cm Pardo (7,5YR4,5/2) en seco, pardo oscuro (7,5YR3/2) en húmedo; franco arenoso a franco; granular débil a masivo; suelto a blando;

no plástico, ligeramente adhesivo; ligeramente ácido (pH 6,2); raíces y raicillas; límite de horizonte gradual.

C_1 70-120 cm Pardo (7,5YR5/4) en seco, pardo a pardo oscuro (7,5YR4/4) en húmedo; franco arenoso; masivo; suelto a blando, no plástico, ligeramente adhesivo; débilmente ácido (pH 6,5); raicillas; límite de horizonte gradual.

C_2 120-200 cm Pardo pálido (7,5YR6/4) en seco, pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arenoso; masivo; suelto a blando, no plástico, ligeramente adhesivo; neutro (pH 6,7); algunas raicillas; sin calcáreo.

En la figura 5 se representan las curvas de pH, materia orgánica y arcilla de este perfil. Se observa la limitada y gradual variación de los valores, en especial la de la arcilla, que indica el carácter casi regosólico de estos suelos.

En este perfil la acumulación de calcáreo no se observa aún a los 200 cm, aunque por lo general se localiza a los 150-180 centímetros.

Falta totalmente el horizonte B, pero en algunos casos se halla insinuado por formaciones estructurales más definidas. La debilidad de la estructura se atribuye a los limitados movimientos de expansión y contracción de la masa.

En la composición textural de los materiales originarios, la arcilla ($<2\mu$) se halla representada en un 12-25 %; el limo ($2\text{-}50\mu$) en un 3-40 % y la arena en un 45-60 % (generalmente arena muy fina y fina, hasta 250μ). El valor T es de 12-20 m.e., con predominio de Ca^{++}; el contenido en materia orgánica es de sólo 1,3 a 3 por ciento.

Morfológicamente, los horizontes se diferencian sobre todo por el color oscuro que les suministra la materia orgánica en la parte superior del perfil, la que además origina una débil estructura granular. El color aclara gradualmente en profundidad, permitiendo separar un horizonte de transición AC antes de llegarse a los materiales originarios. En consecuencia de la buena permeabilidad de los materiales al aire y agua, el sistema radical puede extenderse sin trabas en profundidad, motivando que el contenido en humus del suelo disminuya en forma gradual. Estas condiciones físicas favorecen además la actividad de la fauna del suelo. La oxidación de la materia orgánica es intensa; su nivel de acumulación varía con las pequeñas diferencias de textura de los materiales, pero en general se mantiene bajo.

Estos suelos, al igual que en el caso anterior, sostienen una importante producción agropecuaria, aunque con algunas limitaciones por el clima más árido y su menor capacidad de retención de humedad. Se adaptan

especialmente a una explotación mixta agrícola-ganadera. Son buenas tierras para praderas artificiales y cultivos con sistema radical profundo. La cultivación continuada suele producir fuertes pisos de arados, como así también focos aislados de erosión eólica.

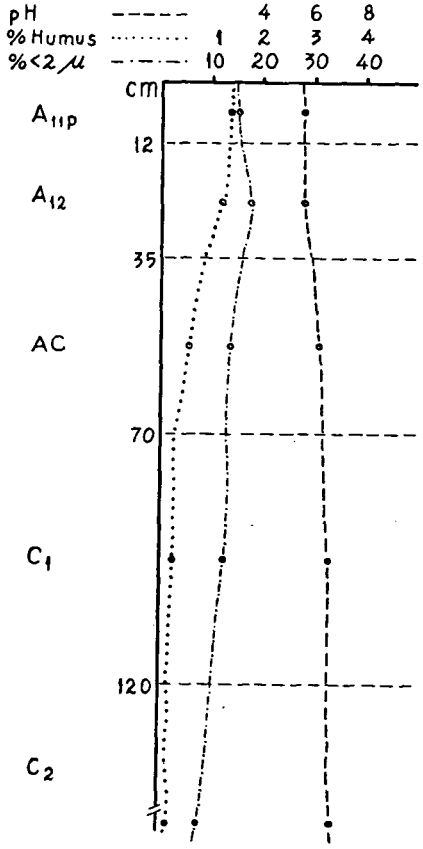


Fig. 5. — *Curvas de distribución de arcilla, materia orgánica y pH de un perfil de Chernozoide sin horizonte B textural.* (Perfil 795/3).

b) *Los suelos Castaños de la región pampeana* (5, 6 y 7 de la fig. 3)

Este tipo genético ocupa alrededor de 90.000 km², extendiéndose aproximadamente al W de la isoyeta de los 700 mm, hasta el límite de la región, vale decir, en dirección a una mayor aridez.

En el sector 5 de la figura 3 el relieve es perfectamente plano, no interviniendo la tosca en el perfil. En cambio en los sectores 6 y 7, separados

del anterior por formaciones medanosas y un área deprimida, el relieve en parte es más movido y sus suelos se hallan apoyados sobre tosca a profundidades variables. Allí, la estepa cada vez más rala se va poblando progresivamente de vegetación arbórea y arbustiva mesoxerófila.

Los suelos Castaños ocupan siempre los elementos positivos del relieve, mientras que los suelos hidro-halomórficos asociados se hallan en las depresiones, que representan alrededor del 3 % del área de los Castaños.

Las diferencias fundamentales con los Chernozoides de la región pampeana se atribuyen a la mayor aridez del clima, manteniéndose los demás factores de formación casi invariables. Este hecho se manifiesta principalmente en un cambio de color del horizonte superficial (croma pardo en vez de gris) y en una lixiviación menos intensa del suelo.

Por lo general, la textura del suelo es franco a franco arenosa a través de todo el perfil, siendo raros los casos donde se observa una translocación de arcilla hacia un horizonte iluvial. Seguramente la dominancia del ión Ca^{++} condiciona una situación de gran estabilidad. Las formas estructurales se hallan débilmente expresadas y la consistencia es suelta a friable. El contenido de materia orgánica es 2,5 % y disminuye paulatinamente en profundidad hasta los 30-40 cm, con un A_1 que rara vez sobrepasa los 18 cm. La reacción del horizonte A es débilmente ácida a neutra (pH 6,3 a 6,7), aumentando gradualmente en profundidad hasta pH 8,8 en el horizonte de acumulación de calcáreo. La profundidad a que ha sido lavado el calcáreo depende en primer término de su contenido inicial en los materiales originarios y accesoriamente del clima, relieve, edad y textura; siempre que no interfiera la tosca, esta profundidad oscila entre los 20 y 100 cm. Todos estos hechos imprimen a los suelos Castaños de la región pampeana un marcado carácter regosólico.

Las variaciones observadas entre los perfiles de los suelos Castaños en su extensa área de difusión nos ha obligado a intentar realizar una subdivisión de los mismos. Hemos decidido crear dos subtipos, los Castaños oscuros y los Castaños claros, criterio que se basa sobre el factor clima, que rige en gran parte el contenido en materia orgánica y el grado de lixiviación de los suelos. Este criterio es provisorio, como así también el límite que se ha trazado en el mapa entre ambos subtipos. Por falta de suficiente información, se describirán en este trabajo solamente los suelos Castaños oscuros.

Una posterior subdivisión de este subtipo en familias se funda en la ausencia (sector 5) o presencia (sector 6) de tosca en el perfil.

b-1) *Los suelos Castaños oscuros* (5 y 6 de la fig. 3)

Ocupan la parte oriental del área de los suelos Castaños, encerrados aproximadamente entre las isoyetas de 600 y 700 mm. La transición a los Chernozoides sin horizonte B textural es progresiva.

El grado de evolución de estos suelos es sumamente escaso, y atribuible quizá a su estado juvenil o estabilidad frente a los agentes meteóricos. Los perfiles son de tipo AC o A(B)C, sin horizonte iluvial de arcilla.

La elevada permeabilidad de los materiales ha permitido el lavado del calcáreo hasta más allá de su breve solum (70-100 cm). El horizonte A_1 de unos 18 cm de espesor, contiene 2-2,5 % de materia orgánica, es de color pardo oscuro (10YR3/3) al estado fresco, y tiene reacción neutra. El grado de estructura es sumamente débil, desapareciendo casi por completo en profundidad.

A continuación se describe un perfil Castaño oscuro, ubicado a 18 km al SE de la ciudad de Río Tercero.

Descripción de un perfil de suelo Castaño oscuro, ubicado a 18 km al SE de la ciudad de Río Tercero - (Perfil 704/7).

A_p	0-18 cm	Pardo (10YR5/3) en seco, pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo; franco arenoso a franco; bloques subangulares finos y débiles que rompen a granular; ligeramente duro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; neutro (pH 6,9); raíces, raicillas, lombrices; límite de horizonte brusco.
CA	18-35 cm	Pardo (10YR5/3) en seco, pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo; franco a franco arenoso; bloques subangulares medios que rompen a bloques finos, débiles; ligeramente duro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; débilmente alcalino (pH 7,4); raíces y raicillas; límite de horizonte claro.
C_1	35-50 cm	Pardo claro (7,5YR6/4) en seco, pardo (7,5YR5/4) en húmedo; franco arenoso a franco; bloques subangulares finos, débiles, a masivo; blando, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moderadamente alcalino (pH 7,9); raicillas; límite de horizonte brusco.
$C_{2\,ca}$	50-100 cm	Pardo claro (7,5YR6/4) en seco, pardo (7,5YR5/4) en húmedo; franco arenoso a franco; bloques subangulares débiles a masivo; blando, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, fuertemente alcalino (pH 8,8); fuerte reacción al HCl en toda la masa; poroso.

El gráfico de la figura 6 muestra nuevamente la distribución de arcilla, materia orgánica, pH y calcáreo, correspondiente al perfil arriba descripto. Las curvas evidencian el escaso grado de evolución de estos suelos. Comparando estas curvas con las de los Chernozoides se nota una sensible

disminución del grado de acidez en la parte superior del perfil, y el calcáreo lavado hasta poca profundidad, a pesar de la elevada permeabilidad de los materiales.

Texturalmente, los materiales originarios se distinguen por la preponderante intervención del limo (2-50μ), que oscila alrededor del 50 %. Término medio, la arcilla (< 2μ) se halla presente en un 12 % y la arena en un 38 %, siendo casi todo arena muy fina (50-100μ).

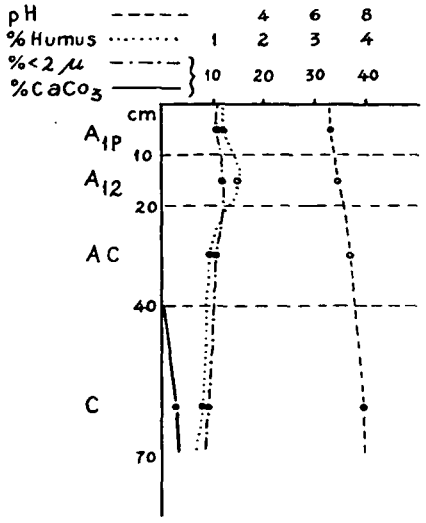


Fig. 6. — *Curvas de distribución de arcilla, materia orgánica, pH y calcáreo de un perfil de suelo Castaño oscuro.* (Perfil 704/7).

Muchas de las cosas dichas para los Chernozoides sin B textural son válidas para los Castaños oscuros. Desde el punto de vista agronómico, se agravan en estos últimos las limitaciones de orden climático. Las condiciones físicas y químicas en general son favorables para una gran variedad de cultivos. Suelos intensamente usados presentan un fuerte piso de arado.

c) Los Chernozoides de Vega y Castaños de Vega de la región pampeana (8 y 9 de la fig. 3)

Estos tipos genéticos de suelos ocupan alrededor de 100.000 km^2 (más o menos 24 %) de la superficie de la región pampeana, explicándose su amplia difusión por el carácter eminentemente plano del relieve y la pobreza de la red de drenaje. Se hallan formados por los sedimentos fluvio-lacustres de las áreas deprimidas, sujetas a inundaciones temporarias.

Algunas de estas depresiones se conectan con la red fluvial, otras en cambio constituyen cuencas cerradas.

El tapiz herbáceo sufre alteraciones progresivas con el incremento del hidromorfismo de los suelos, incorporando especies rústicas adaptadas a las condiciones desfavorables de alternancia de exceso y déficit de humedad y a veces de elevada alcalinidad. Paralelamente disminuye la densidad de la vegetación, quedando la superficie del suelo parcialmente expuesta y cubierta por una delgada lámina de algas.

Como todos los suelos hidromórficos, también éstos tienen una relativa independencia climática, atravesando áreas de distintos suelos zonales. Sin embargo, los suelos hidromórficos asociados a los suelos Castaños presentan un mayor grado de salinización, por lo cual han sido enunciados separadamente. La poca información que de estos últimos existe hasta la fecha nos obliga a concentrar nuestra atención en los Chernozoides de Vega.

En toda la región pampeana existen suelos de vega asociados en menor o mayor proporción a los suelos zonales. Su máxima difusión alcanzan, sin embargo, en la gran depresión Central-Este.

En estas depresiones se depositan en forma de delgadas láminas los limos que llevan en suspensión las aguas de inundación, provocando su constante acumulación el progresivo rellenamiento de las áreas cóncavas.

La textura fina de estos sedimentos acentúa las malas condiciones de drenaje de los suelos de vega, favoreciendo el ambiente reductor la liberación de hierro y manganeso, que se manifiestan en forma de moteados y concreciones. Al mismo tiempo, la escasa lixiviación explica la reacción menos ácida, la acumulación del $CaCO_3$ a menor profundidad y la presencia de cierta cantidad de sales que en muchos de estos suelos se observa.

Las características de los perfiles de los suelos de vega son sumamente variables, dependiendo de la naturaleza de los materiales, del tipo de depresión y de su posición relativa dentro de una depresión. Su común denominador es el horizonte B hidromórfico. Creemos sin embargo poder agrupar los distintos perfiles alrededor de dos formas principales: una, que presenta un claro horizonte eluvial A_2, y otra, que no lo tiene. Su separación cartográfica en mapas de pequeña escala no es posible.

Probablemente los suelos de vega con horizonte A_2 han alcanzado un grado más avanzado de evolución, u ocupan una posición donde se produce cierto movimiento lateral de la capa de agua, que se apoya sobre el horizonte B. Existen muchas evidencias de que se van reduciendo paulatinamente las áreas de anegamiento temporario o permanente y en consecuencia, la morfología de muchos Chernozoides de vega puede haberse desarrollado bajo condiciones de mayor hidromorfismo que las actuales.

Cualquiera de estas dos formas anteriormente mencionadas pueden tener reacción alcalina (que es lo más común) o no. Además, esta alcalinidad puede estar igualmente repartida en todo el perfil o acentuarse sólo en los horizontes inferiores. La dilucidación de las causas de estas diferencias requieren un estudio sistemático que aún no ha sido realizado. El panorama se complica por la actividad humana, ya que las labores culturales han mezclado los horizontes y los terraplenes y canales han modificado las condiciones de drenaje de vastas áreas. Suelos con elevada alcalinidad en todo el perfil han sido hallados en la terraza de inundación de los arroyos; los otros, en cambio, en una posición más alta. A pesar de la elevada alcalinidad (pH hasta 10), los perfiles de suelo no presentan la morfología de los Solonetz: el horizonte B generalmente es compacto y débilmente estructurado, cuando mucho moderadamente prismático pero no columnar. Todo esto nos demuestra que no estamos en presencia de las formas típicas del clásico ciclo halomórfico sino de una alcalinidad que se transmite al suelo por las aguas, sean éstas superficiales o subterráneas.

A continuación se describe el perfil de un Chernozoide de vega con horizonte A_2, ubicado a 12 km al S de la ciudad de Mercedes, Provincia de Buenos Aires, sobre el límite N de la gran depresión Central-Este de la región pampeana. La presencia de un A_{00} nos indica que se trata de un suelo no labrado desde hace muchos años.

Descripción de un perfil de Chernozoide de Vega con horizonte A_2, no alcalino, no salino, sin tosca, ubicado a 12 km al S de la ciudad de Mercedes, Prov. de Buenos Aires. (Perfil 861/3, lámina 6).

A_{00} -4 a 0 cm Colchón de residuos herbáceos poco humificados. Pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en seco, pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo; masa esponjosa suelta; débilmente ácido (pH 6,1); límite de horizonte brusco.

A_{11} 0-8 cm Gris (10YR5/1) en seco, gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo; franco limoso; granular a bloques subangulares muy finos; ligeramente duro, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; fuertemente ácido (pH 5,4); abundantes raíces y raicillas; lombrices; límite de horizonte claro y suave.

A_{12} 8-17 cm Gris (10YR5/1) en seco, gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, con algunas manchas claras color del A_2 (observando el corte fresco del perfil, este horizonte parece ser algo más oscuro que el anterior); franco limoso; bloques subangulares medios que rompen a gránulos medios; duro, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; medianamente ácido (pH 5,7); menor abundancia de raíces y raicillas; límite de horizonte claro y quebrado.

A_2 17-38 cm Gris claro (10YR7/2) en seco, pardo grisáceo (10YR5/2) en húmedo; con abundante moteado y concreciones ferromanganésicas de hasta 1 cm de diámetro; franco limoso; bloques subangulares débiles a masivo; ligeramente duro, no plástico, ligeramente adhesivo; neutro (pH 6,6); algunas raicillas (límite penetración radical) y poros; límite de horizonte brusco e irregular.

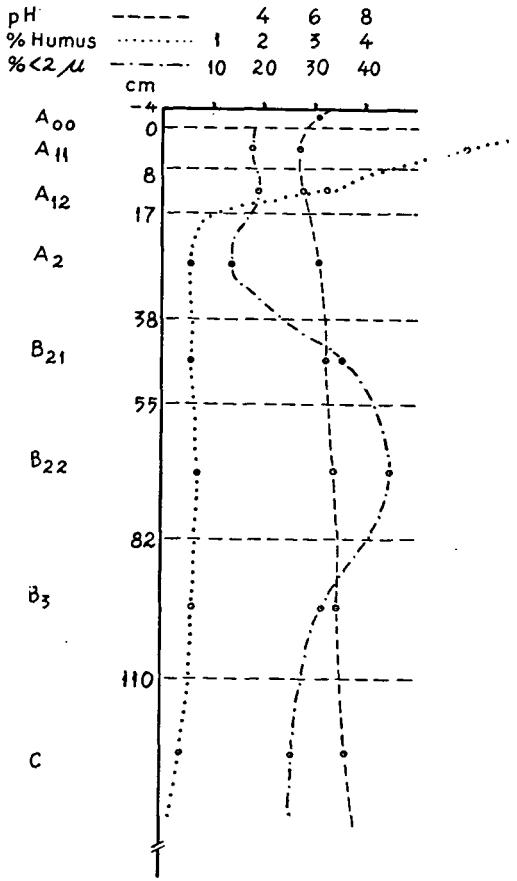


Fig. 7. — *Curvas de distribución de arcilla, materia orgánica y pH de un Chernozoide de Vega con horizonte* A_2. (Perfil 861/3).

B_{21} 38-55 cm Pardo (7,5YR5/2) en seco, pardo oscuro (7,5YR4/2) en húmedo; color compuesto con moteado color pardo fuerte (7,5YR5/6); agregados recubiertos de «clayskins» pardo oscuros (7,5YR3/2); franco arcilloso a franco arcillo limoso; prismas débiles que rompen en bloques angulares medios y gruesos definidos; extremaadmente duro, plástico y adhesivo; neutro (pH 6,7); límite de horizonte claro.

B_{22} 55-82 cm Pardo (7,5YR5/4) en seco, pardo oscuro (7,5YR4/4) en húmedo; moteado menos intenso y abundantes «clayskins» color pardo muy oscuro (10YR2/2); arcilloso a arcillo limoso; prismas moderados que rompen a bloques angulares medios definidos; muy duro, plástico y adhesivo; neutro (pH 6,9); límite de horizonte gradual.

B_3 82-100 cm Pardo claro (7,5YR6/4) en seco, pardo (7,5YR5/4) en húmedo; con abundantes «clayskins» pardo oscuros (7,5YR3/3); franco arcilloso; prismas débiles que rompen a bloques angulares y subangulares; duro, plástico y adhesivo; débilmente alcalino (pH 7,4); poros; límite de horizonte gradual.

C 100-140 cm Pardo pálido (7,5YR6/4) en seco, pardo (7,5YR5/4) en húmedo; (con algunos signos de una antigua gleyzación); franco a franco limoso; bloques subangulares medios débiles; duro, plástico y adhesivo; neutro (pH 6,8); poros; no reacciona al HCl.

En el gráfico de la figura 7 se observan nuevamente las curvas de arcilla, humus y pH. La materia orgánica, abundante en los horizontes A_1, disminuye rápidamente en el horizonte A_2. La arcilla alcanza valores mínimos en este mismo horizonte y máximos en el B_2. El pH sigue la misma tendencia que en los suelos zonales.

Sin duda este perfil responde a las características de los suelos que en la clasificación norteamericana se denominan Planosol. El perfil aquí descripto no presenta alcalinidad ni $CaCO_3$, aunque el caso contrario también ocurre.

El horizonte A_2 de estos suelos, apoyado directamente sobre un B_2 compacto, lleva temporariamente una capa suspendida de agua.

A continuación se describe el perfil de un Chernozoide de Vega sin horizonte A_2, ubicado a 18 km al NW de la ciudad de Las Flores, Provincia de Buenos Aires, en el centro de la gran depresión de la región pampeana.

Descripción de un perfil de Chernozoide de Vega sin horizonte A_2, alcalino, no salino, con débil capa de tosca, ubicado a 18 km al NW de la ciudad de Las Flores, Prov. de Buenos Aires. (Perfil 860/4, lám. 7).

A_{11} 0-15 cm Gris oscuro (10YR4/1) en seco, gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo; franco; bloques subangulares finos que rompen a granular; ligeramente duro, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; débilmente alcalino (pH 7,5); abundantes raíces y raicillas; límite de horizonte gradual.

A_{12} 15-25 cm Gris oscuro (10YR4/1) en seco, gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo; franco; bloques subangulares medios y finos que rompen

a granular; duro, ligeramente plástico, adhesivo; fuertemente alcalino (pH 8,6); raíces y raicillas; límite de horizonte claro.

B_1 25-31 cm Gris (10YR5/1) en seco, gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo; franco arcilloso a franco arcillo arenoso; bloques subangulares medios y finos; muy duro, plástico y adhesivo; fuertemente alcalino (pH 9,0); raíces y raicillas, algunos «clayskins»; límite de horizonte brusco.

B_{21g} 31-44 cm Gris (10YR5/1) en seco; gris oscuro (10YR4/1) en húmedo; arcilloso a franco arcilloso; prismas débiles que rompen a bloques angulares medios fuertes; extremadamente duro, muy plástico, muy adhesivo; fuertemenite alcalino (pH 8,9); las raicillas progresan por las grietas; «clayskins»; fuerte moteado; límite de horizonte brusco.

$B_{22\,ca}$ 44-56 cm Gris (10YR5/1) en seco, gris oscuro (10YR4/1) en húmedo; franco arcilloso a arcilloso; prismas débiles que rompen a bloques angulares medios fuertes; extremadamente duro, muy plástico, adhesivo; muy fuertemente alcalino (pH 9,2); unas pocas raicillas progresan entre las grietas; hay «clayskins»; abundantes concreciones calcáreas de todo tamaño y dureza que forman una verdadera capa de tosca; límite de horizonte claro; reacción al HCl solamente en las concreciones.

B_{3gca} 56-72 cm Mezcla de materiales de color compuesto, principalmente rosado (7,5YR7/4) en seco y gris (10YR5/1) en seco, pardo claro (7,5YR 6/4) y gris oscuro (10YR4/1) respectivamente, en húmedo; franco arcillo arenoso a franco arcilloso; bloques subangulares finos y muy finos, débiles; muy duro, plástico y adhesivo; muy fuertemente alcalino (pH 9,3); abundantes concreciones que constituyen una verdadera capa de tosca, igual que en el horizonte anterior; concreciones ferromanganésicas; límite de horizonte claro.

CD 72-100 cm Pardo claro (7,5YR6/4) en seco, pardo (7,5YR5/4) en húmedo; franco arenoso; masivo; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; fuertemente alcalino (pH 9,0); débilmente moteado; poroso; algunas concreciones calcáreas.

En el gráfico de la figura 8 se pueden observar las curvas de pH, humus, arcilla y calcáreo.

La elevada alcalinidad de los materiales los vincula con los Solonetz. Sin embargo, su morfología no responde a este tipo de formación ya que no hay insinuación alguna de un horizonte A_2 y en vez de una estructura columnar, ésta es prismática muy débilmente expresada. La brusca disminución de arcilla (3,45 %) en el último horizonte indicaría discontinuidad litológica, propia de los sedimentos aluviales.

En muchos de estos suelos se ha comprobado una elevada proporción de Mg^{++} en el complejo de intercambio, que bien podría haber incrementado la acción dispersante del Na^{+} sobre los coloides.

Existen también entre ellos casos en que la reacción es ácida. Entonces se los asimila a los Humic Gley y Low Humic Gley de la clasificación norteamericana, según la profundidad y riqueza en humus del horizonte A.

Las posibilidades agrícolas de los Chernozoides de Vega de la región pampeana en sus condiciones naturales dependen de la frecuencia y dura-

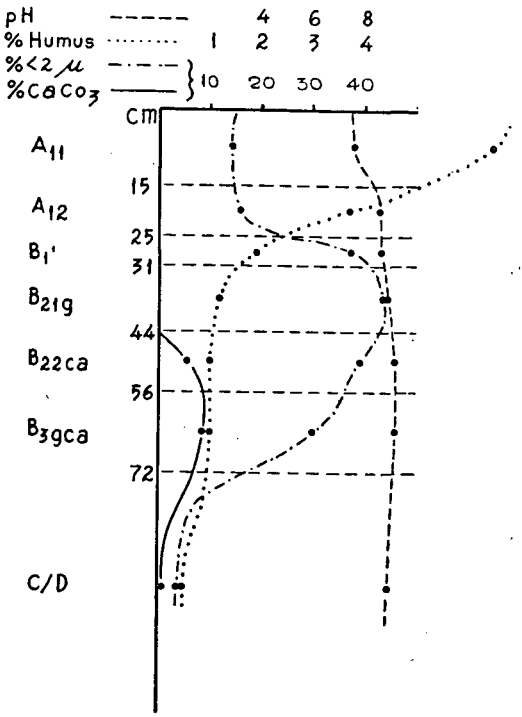


Fig. 8. — *Curvas de distribución de arcilla, materia orgánica, pH y calcáreo de un perfil de un Chernozoide de Vega sin horizonte* A_2. (Perfil 860/4).

ción de las condiciones de exceso de humedad, de su alcalinidad y de la profundidad del horizonte A. La habilitación de suelos de vega para la agricultura se realiza en escala creciente en países de agricultura intensiva. La corrección de las actuales limitaciones de uso de tales suelos en la región pampeana en muchos casos es técnicamente factible. Un significativo progreso en su utilización ya se está logrando mediante la implantación de praderas permanentes, eligiendo especies resistentes a las condiciones de exceso de humedad y alcalinidad.

d) Las arenas y suelos arenosos de la región pampeana (10 de la fig. 3 y láminas 8 y 9)

Las arenas y suelos arenosos de la región pampeana ocupan una superficie de casi 40.000 km^2. Pueden distinguirse las arenas continentales (médanos) y las dunas marinas.

Las áreas de arenas continentales, con topografía medanosa, parecen estar vinculadas a procesos de deflación de arenas fluviales de antiguos cursos de agua. Las cadenas de médanos activos y estabilizados se alternan con zonas más o menos planas, en las que los suelos han desarrollado un perfil mínimo AC por influencia de la vegetación de estepa.

En estos sectores planos, la elevada permeabilidad de los materiales ha permitido el lavado del calcáreo hasta 1,80 m y más. El horizonte A tiene unos 18 cm de profundidad, contiene hasta un 2 % de materia orgánica y es débilmente ácido. Son suelos de consistencia completamente suelta y sólo en el horizonte A se nota una débil agregación por efecto del humus.

Según la nomenclatura norteamericana estos suelos serían Regosoles o Brunizems y Castaños regosólicos.

Son buenos suelos para pasturas, pero bajo una explotación agrícola continuada se agotan y erosionan fácilmente.

El cordón de altas dunas costeras, de pocos kilómetros de ancho, representa un serio obstáculo para el desagüe de la red de drenaje de gran parte de la región pampeana deprimida. Los sedimentos se hallan formados por una mezcla de arena gruesa con restos triturados de caparazones de moluscos.

La gran inestabilidad de estos materiales dificulta la implantación de vegetación. Sin embargo, una vez arraigada, se logra un buen crecimiento en especies forestales adaptadas.

e) Suelos Aluviales (11 de la fig. 3)

Corresponde a la zona de influencia de las aguas del río Paraná. Excluyendo el sector entrerriano, ocupa una extensión de casi 10.000 km^2.

Consideramos que la depresión del río Paraná no puede incluirse en la región pampeana, por sus características muy particulares. El complejo de islas formadas por los sedimentos aluviales ácidos del río Paraná, constituyen suelos Aluviales gleizados y Semipantanosos (Halfbog) de elevada fertilidad potencial.

Una información completa de las características ambientales y edáficas de esta zona puede encontrarse en el trabajo de BONFILS (1963).

f) Suelos de marismas y otros suelos de origen marino (12 de la fig. 3)

Los terrenos ocupados por las marismas, sujetos a las inundaciones periódicas de las mareas, tienen una extensión total que se estima en unos 4.000 km^2. Alrededor de las bahías de Samborombón y Blanca adquieren su mayor difusión. Son suelos arcillosos, fuertemente gleyzados y salinizados que no han desarrollado un perfil genético y se hallan escasamente cubiertos por vegetación halófila. En su parte más inundable albergan una abundante fauna de crustáceos, que les ha reportado el nombre vulgar de «cangrejal».

A lo largo de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires, a continuación de las dunas y marismas, se extiende una franja de sedimentos marinos, cuya extensión aún no ha sido determinada. Como consecuencia del lento movimiento ascendente de esta región costera, de relieve plano a suavemente ondulado, estas tierras ya no se hallan influenciadas por el agua de mar. En las posiciones más altas, bajo condiciones de drenaje libre, evolucionan hacia los Chernozoides, o suelos Rendzinoides cuando contienen abundantes conchillas. En las áreas más bajas constituyen suelos hidro-halomórficos, de textura pesada.

g) Los Chernozoides de Montaña (13 de la fig. 3)

La gran llanura pampeana se halla interrumpida en su parte sur por dos cordones de montañas: los sistemas de las sierras de Tandil (lámina 10) y de la Ventana, que con sus áreas pedemontanas ocupa una superficie de casi 5.000 km^2.

Existen evidencias en este sector de que además de los sedimentos eólicos, han intervenido también materiales autóctonos en la formación de los suelos locales, que provendrían, según FRENGUELLI (1950), de la meteorización de areniscas, esquistos arcillosos, dolomitas y calizas que cubrían los bloques cristalinos de gneiss, granitos y cuarcitas.

Estos suelos, de una profundidad variable hasta la roca subyacente, (lámina 11) han desarrollado en las áreas de relieves poco pronunciados un perfil de suelo semejante al de los Chernozoides, presentando a veces un horizonte B textural y tosca en el perfil. Características locales de relieve, clima y materiales originarios han incidido favorablemente sobre la evolución de estos Chernozoides, que se destacan por la profundidad de su horizonte A, rico en materia orgánica (hasta 6 y 8 %) y su excelente estructura migajosa.

Estas circunstancias han beneficiado su calidad agrícola, pues se los cuenta entre los más productivos del país.

Referencias

ABIUSSO, N. G., Rev. Inv. Agr. *16*, 93 (1962).

AMEGHINO, F., *La formación pampeana o estudios de los terrenos de transporte de la cuenca del Plata.* Buenos Aires (1880).

ATLAS CLIMÁTICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (1960).

BARSHAD, I., Soil Sci. *61*, 423 (1946).

BAZILEVICH, N. I., Pochvovedenie N 4 (1947).

BAZILEVICH, N. I. y col., Tr. Pochv. Inst. Dokuchaeva *44*, 262 (1954).

BLAZHNYI, E. S., *Pochvovedenie* N 1 (1959).

BOGATYREV, K., Pochvovedenie N 4 (1958).

BOLYSHEV, N. I., Vestnik Mosk. Univ. N 10 (1958).

BONFILS, C. G., Rev. Inv. Agr. *16*, 257 (1962).

BONFILS, C. G. et al., *Suelos y Erosión en la Región Pampeana Semiárida.* Rev. de Inv. Agríc., T. XIII, Nº 4, Buenos Aires (1960).

BURGOS, J. y A. VIDAL, Meteoros *1*, 3 (1951).

BURMEISTER, H., *Viaje por los Estados del Plata.* Halle (1861).

BYSTRITZKAYA, T. L., Pochvovedenie N 9 (1962).

CABRERA, A., *Esquema fitogeográfico de la República Argentina.* Buenos Aires (1953).

CASTELLANOS, A. y R. PÉREZ-MOREAU, *Los tipos de vegetación de la República Argentina.* Inst. Geográf. Univ. Tucumán (1945).

CERNESCU, N., Ber. V Comiss. Intern. Bod. Ges. (1938). Wien.

DARWIN, CH., *Viaje de un naturalista alrededor del mundo.* Londres (1845).

DOKUCHAEV, V., Russkii chernozem (1879). S. Petersburgo.

D'ORBIGNY, A., *Voyages dans l'Amerique Meridionale.* París (1844).

DUCHAUFOUR, PH., Rev. For. France N 10 (1951); Précis de Pedology (1960).

FRENGUELLI, J., *Rasgos generales de la Morfología y la Geología de la Prov. de Buenos Aires* (1950). Lemit-Serie II, nº 33.

— *Loess y Limos Pampeanos* (1955). Univ. Nac. de La Plata. Serie Técnica y Didáctica nº 7.

FROLOV, N., Soil Research *1*, 200 (1929).

GEDROIZ, K., Izbr. sochinenia, T. 1, 2 y 3 (1955). Moskva.

GERASIMOV, I., Pochvovedenie N 11 (1952), N 8 (1954).

GERASIMOV, I. y M. GLASOVSKAIA, Osnovy Pochvovedenie (1960). Moskva.

GILL, W. R. and G. D. SHERMAN, Pacific Sci. *6*, 137 (1952).

GORBUNOV, N., Pochvovedenie N 7 (1961).

HANSE, F. E. and F. R. STEWART, Haw Planter's Rec. *33*, 342 (1937).

HAUMANN, L., Bull. Soc. Royl. Bot. Belgique *64*, 20 (1931).

HOLMBERG, E. L., *La Flora de la República Argentina* (1898).

HUMBOLDT, A., *Examen critique de l'Histoire de la Geographie du Nouveau Continent.* París (1836).

IVANOVA, E., Pochvovedenie N 4 (1947); Trudy Inst. Pochv. Dokuchaeva N 30 (1949).

IVANOVA, E. y N. ROSOV, Pochvovedenie N 12 (1958); 1 (1959).

JENNY, H., *Factors of soil formation* (1941).

JOFFE, I., Pedology (1949), N. J.

KUBIENA, W. L., Micropedology, Collegiate Press, Ames, Iowa (1938).

KÜHN, F., *Geografía Argentina* (1930).

KUDRIN, S. A. y A. N. ROSANOV, Pochvovedenie N 10 (1938).

KREIBIG, L., Trans 3th Int. Congr. Soil Sci. *1*, 353 (1935).
MARBUT, C. F., Soil Sci. *25*, 61 (1928).
MOUSSY, M. DE, *Description Geographique et Statistique de la Confédération Argentine.* París (1860).
NIKIFOROV, C., Amer. Soil Survey Ass. Bull. 141 (1930).
PANKOV, A. M. y P. I. SHAWRYGIN, Trudy Pochv. Inst. Dokuchaeva N 9 (1934).
PARFENOVA, E., Trudy Pochv. Instituto Dokuchaeva N 9 (1960).
PARODI, L., in: *Plants and Plant Science in Latin America* : 127-132 (1945).
POLYNOV, B. B. (1934), Moskva.
PRASOLOV, L., *Mapa Mundial de Suelos* (1938), Moskva.
— Pchvy SSSR. V 1 (1939), Moskva.
PRASOLOV, L. e I. N. ANTIPOV-KARATAEV, Trudy Pochv. Inst. Dokuchaeva N 3-4 (1930).
RODE, A. y col., Pochvovedenie N 8 (1960).
ROVERETTO, G., *Study di Geomorfologia Argentina,* IV, La Pampa, Bull. Soc. Geol. Ital., Roma (1914).
ROZOV, N. y col., Pochvovedenie N 12 (1961).
SIBIRTZEV, N., Pochvovedenie (manual) (1901), Petersburg (1951), Moskva.
SMITH, G. D., W. H. ALLOWAY and F. G. RICKEN, Adv. Agron. *2*, 157 (1950).
SOKOLOV, S. I., Symp: Issled. y Oblasti Genezisa Pochv. (1963).
STAPPENBECK, R., *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa,* Stuttgart (1926).

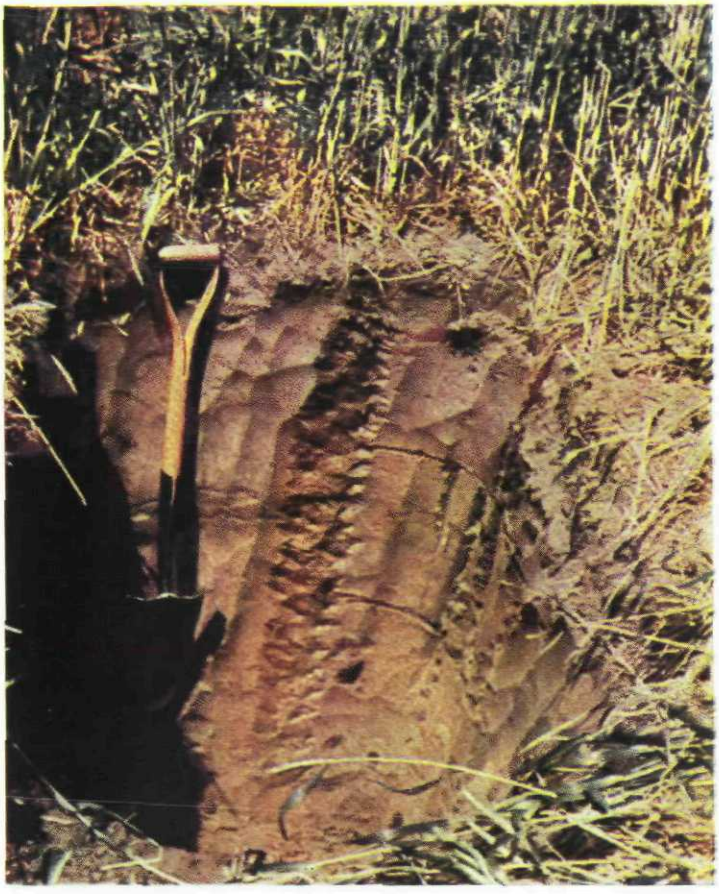
LAMINAS

Grueso manto de sedimentos eólicos y aluviales cuaternarios con intercalaciones de capas de «tosca». *Ubicación:* excavación próxima a Olavarría, Prov. de Buenos Aires.

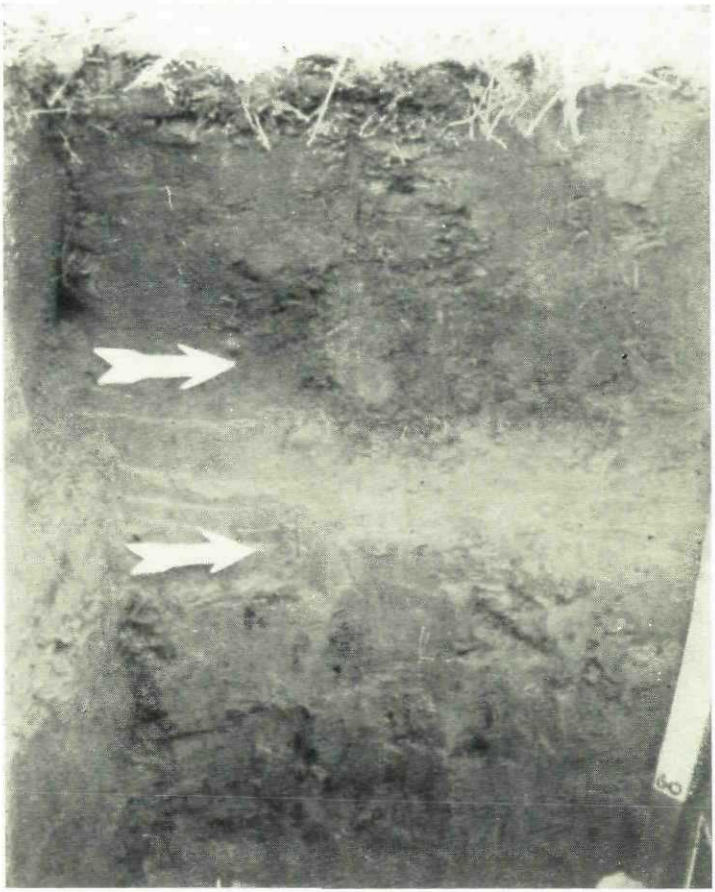
Tosca aflorando en la loma de un camino. *Ubicación :* Chillar, Prov. de Buenos Aires

Chernozoide con fuerte horizonte B textural, tal como aparece al estado fresco en una excavación recién abierta. Las rayas aplicadas sobre la pared indican los límites inferiores de los horizontes A, (20 cm), B21 (40 cm) y B22 (65 cm), siguiéndole luego un B3ca. *Ubicación:* Emilia, Prov. de Santa Fe.

Chernozoide con fuerte horizonte B textural, tal como aparece al estado seco en una vieja excavación. Nótese la estructura prismática y en bloques angulares del horizonte B. *Ubicación:* Campo de la Estación Experimental Agropecuaria de Castelar (INTA), Prov. de Buenos Aires.

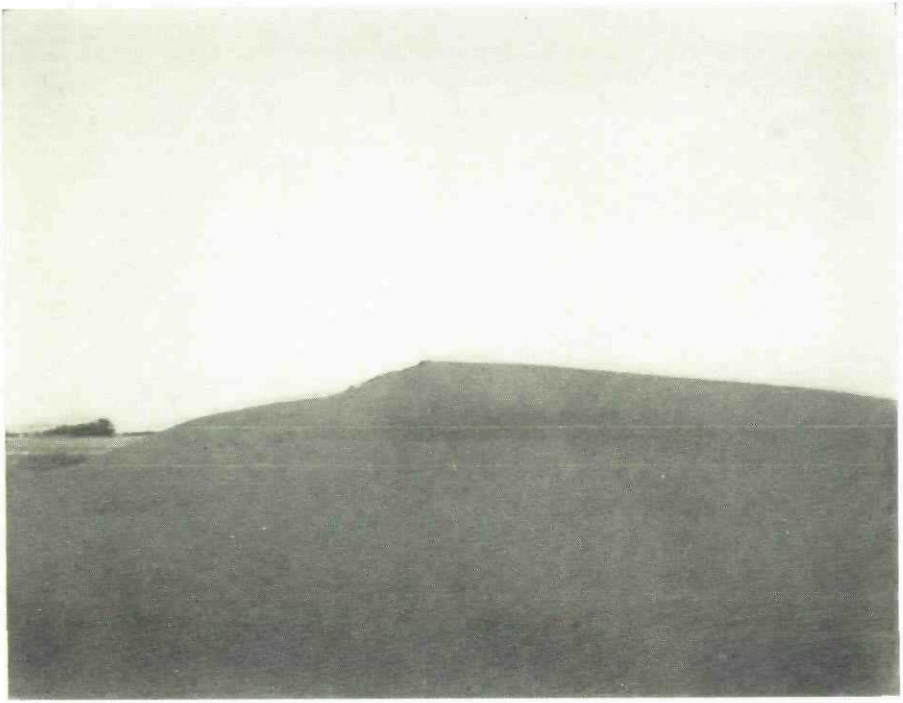


Chernozoide sin horizonte B textural. Las rayas practicadas sobre la pared del perfil separan los horizontes A, AC y C. *Ubicación:* Lincoln, Prov. de Buenos Aires

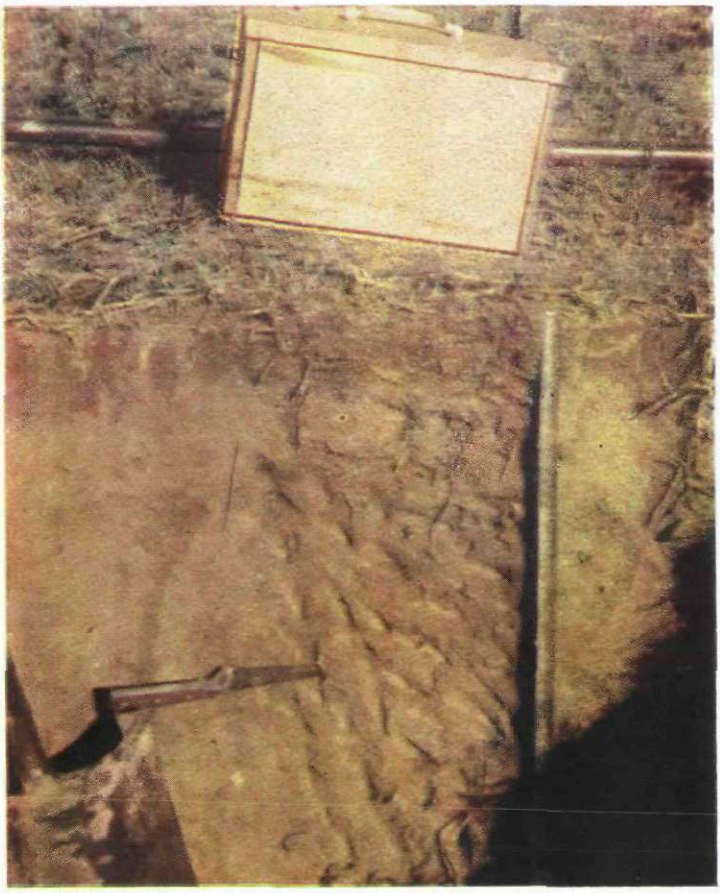


Chernozoide de Vega con horizonte A_2 bien definido que se apoya sobre un B_2 denso y con fuertes signos de gleización. *Ubicación:* 10 km NE de Las Flores, Prov. de Buenos Aires.

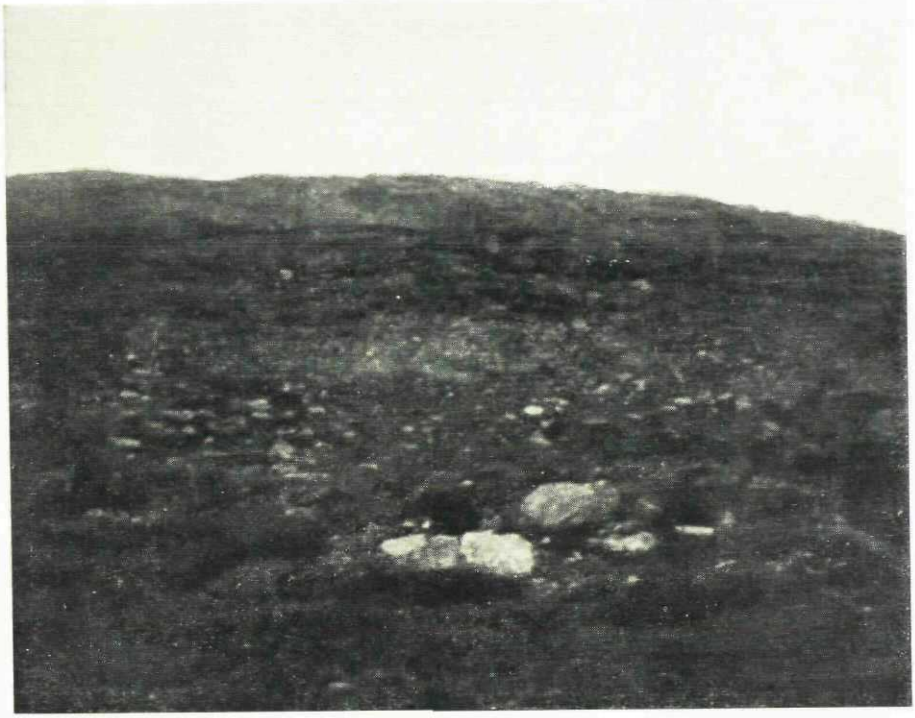
Chernozoide de Vega sin horizonte A2, alcalino (Perfil 860/4). *Ubicación:* 18 km NW de Las Flores, Prov. de Buenos Aires



Médano activo en la región de las arenas y suelos arenosos.
Ubicación: 5 km al S de Pellegrini, Prov. de Buenos Aires



Suelo arenoso (Regosol). El cuchillo indica a los 30 cm de profundidad el límite inferior de un horizonte A incipiente. La capa superficial más oscura se debe al humedecimiento provocado por una lluvia reciente. *Ubicación:* 10 km al S de Malena, Prov. de Córdoda.



Sierra del Volcán del sistema de las Sierras de Tandil próximo a Balcarce.
Prov. de Buenos Aires

Chernozoide de Montaña somero con fragmentos de rocas y abundante calcáreo a poca profundidad. *Ubicación:* Pedemonte de las Sierras del Volcán, Balcarce, Prov. de Buenos Aires.

REVISTA DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (RIA)
REVISTA DE INVESTIGACIONES GANADERAS (RIG)

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria opina que es oportuna y práctica la modernización de sus ediciones periódicas. A partir de este año, 1964, las dos publicaciones de carácter científico: REVISTA DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (RIA), en su décimo-octavo año, y REVISTA DE INVESTIGACIONES GANADERAS (RIG) en su octavo año, serán unificadas en la REVISTA DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, cuyos artículos serán publicados individualmente en fascículos dentro de las siguientes series:

Serie 1 — BIOLOGIA Y PRODUCCION ANIMAL
» 2 — BIOLOGIA Y PRODUCCION VEGETAL
» 3 — CLIMA Y SUELO
» 4 — PATOLOGIA ANIMAL
» 5 — PATOLOGIA VEGETAL
» 6 — ECONOMIA Y SOCIOLOGIA AGRARIAS

La aparición de los fascículos concordará con la disponibilidad de trabajos de cada tema y serán editados sin periodicidad y sin límite de números en cada volumen anual.

Suscripciones:

INTA, Relaciones Públicas, SAN JOSE 155, BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Editor responsable: CARLOS E. BADELL.

Registro de la Propiedad Intelectual nº 875.451

Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Rivadavia 1439, Buenos Aires, Argentina. Comisión Asesora de Publicaciones: presidente Ing. Agr. Arturo Ragonese, vicepresidente Dr. Victorio C. F. Cedro, vocales Dr. Augusto L. Durlach, Ing. Agr. Angel Marzocca, Ing. Agr. Antonio J. Prego, Dr. Scholein Rivenson, Ing. Agr. Enrique Schiel, Ing. Agr. Alfredo D. Villar y Dr. Erich Wetzler. Secretario ejecutivo Sr. Carlos E. Badell.

REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA