

FRACCIONES Y DINAMICA DEL FOSFORO Y POTASIO EN SUELOS DEL ALTO VALLE DEL RIO NEGRO

Norman Peinemann 1), Cristina Y. Andreoli 1) y Enrique E. Sánchez 2)

1) Dpto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur. 8000 Bahía Blanca.

2) Estación Experimental Agropecuaria INTA Alto Valle de Río Negro. 8332 General Roca.

RESUMEN

Fueron determinadas las propiedades fisicoquímicas, como así también fracciones y dinámicas de fósforo y potasio en suelos de una transecta compuesta por seis perfiles desde la barda hasta la costa en el alto valle del río Negro.

De los suelos analizados los más fértiles resultaron los de "media costa", observándose en general formas más lábiles en superficie y mayor intensidad de los procesos de inmovilización en el subsuelo.

Palabras claves: propiedades físico-químicas, fracciones de nutrientes, dinámica de nutrientes.

PHOSPHORUS AND POTASSIUM FRACTIONS AND DYNAMICS OF SOILS OF THE HIGH RIO NEGRO VALLEY

ABSTRACT

There were determined the physicochemical properties as well as the fractions and dynamics of phosphorus and potassium of soils of a transect made up of six profiles from the bard to the coast in the high Rio Negro Valley.

From the analyzed soils the most fertile where the of "half coast", observing in general more labile forms in the surface and higher intensity of immobilization processes in the subsoil.

Key words: physicochemical properties, nutrient fractions, nutrient dynamics.

INTRODUCCION

El alto valle del Río Negro cuyo origen se remonta a la época glacial y que posteriormente fue cubierto por una pila de sedimentos fluviales, lacustres y eólicos de varios metros de espesor posee suelos poco evolucionados cuyos horizontes apenas se diferencian entre sí como consecuencia de la aridez climática reinante (Tschapek *et al.* 1955).

Desde hace aproximadamente siete décadas con la intervención del hombre se comenzó con la aplicación del riego para lo cual los suelos fueron sistematizados practicándose cortes y rellenos y con ellos estos fueron removidos y mezclados hasta profundidades variables, con lo que se originó un nuevo material madre a partir del cual comenzó la formación de los suelos actuales. Con el inicio del riego comenzó a practicarse una agricultura de tipo intensiva tanto fructícola como de producción de pasturas bajo riego, con lo que por un lado se aceleró la evolución de los suelos por incrementarse el régimen hídrico y además la obtención de una vegetación más exuberante se traduce en aportes más importantes de materia orgánica y mayores masas radiculares que afectarán en mayor grado las propiedades físicas del subsuelo y producirán un más intenso intercambio entre los distintos estratos por un incrementado efecto de bombeo radicular.

Por otro lado durante más de medio siglo se practicó principalmente una agricultura de tipo extractiva hasta que recién en las últimas décadas se hacen más frecuentes las aplicaciones de fertilizantes. Si bien en este aspecto se trata de restituir el equilibrio de nutrientes de modo que quede un balance positivo que permita seguir produciendo en condiciones favorables, hasta el presente se carece de la información necesaria acerca de los contenidos y fracciones de nutrientes presentes en diferentes suelos del valle como así tam-

bién de los factores que afectan el equilibrio entre las distintas fracciones. Por este motivo en el presente trabajo se intenta brindar información al respecto, la que si bien no será extrapolable a cada uno de los casos en particular por la heterogeneidad de los suelos, cubrirá una serie de situaciones que darán una idea general de los materiales presentes y procesos intervinientes.

MATERIALES Y METODOS

A la altura de la localidad de J. J. Gómez fue trazada una transecta transversal al valle teniendo en cuenta para la elección de los perfiles los distintos grupos texturales de suelos que se encuentran distribuidos en el valle (Bestvater y Casamiquela, 1983): barda, media barda, media costa y costa; tomando un perfil de cada una de las divisiones extremas y dos perfiles de las intermedias por ser las que mayor extensión ocupan.

Los perfiles seleccionados para este estudio responden morfológicamente a la descripción que figura en el anexo y su localización se presenta en la Fig. 1. De acuerdo a los autores anteriormente citados estos distintos grupos ocupan respectivamente las siguientes proporciones del área total del valle: "Barda" 6% , "media barda" 50% , "media costa" 30% y "costa" 14% .

Las muestras extraídas fueron secadas al aire, tamizadas por 2 mm, determinada su humedad higroscópica y posteriormente se les efectuaron las siguientes determinaciones:

- análisis mecánico: método hidrométrico, previa destrucción de materia orgánica y calcáreo, utilizando como dispersante hexametafosfato de sodio, ultrasonido y dispersión mecánica.
- sales solubles totales: por conductometría (extracto 1:2).
- sodio y potasio: por fotometría de llama.

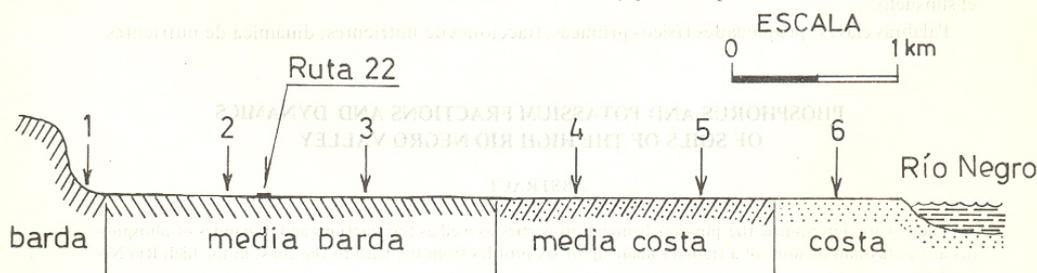


Fig. 1. Corte a la altura de las chacras 172/9 en proximidades de la localidad de Cnel. J. J. Gómez (RN) y localización de los suelos estudiados.

calcio y magnesio: por volumetría con 0,01 N EDTA.

cationes intercambiables: extraídos con 1N acetato de amonio.

capacidad de intercambio de cationes: por desplazamiento con solución 1N de acetato de sodio a pH 8,2 y reemplazo del sodio adsorbido con 1 N de acetato de amonio a pH 7,0.

- materia orgánica: método de Walkley y Black.
- calcáreo: por calcimetría.
- fósforo total: por calcinación a 550° C seguida de extracción con agua regia sobre plancha durante 2-4 horas y determinación colorimétrica con ácido ascórbico y molibdato de amonio.
- fraccionamiento de fósforo: por el método de Chang y Jackson modificado por Fife.
- potasio intercambiable: extraído con 1 N acetato de amonio a pH 7,0 agitando las suspensiones (relación 1:10); durante 10 minutos.
- potasio no intercambiable: extraído con 1 N ácido nítrico en ebullición durante 10 minutos (relación 1:10).
- potasio de reserva: extraído con 1 N ácido clorhídrico en ebullición durante 10 minutos (relación 1:30).
- potasio total: por ataque con 60% ácido perclórico y 48% ácido fluorhídrico (relación 1:50) retornando con 6 N ácido clorhídrico.

Con muestras del perfil N° 2 de media barba y del perfil N° 4 de media costa fueron confeccionadas curvas de adsorción de fósforo y potasio con el objeto de determinar la dinámica de estos nutrientes en el suelo superficial y en el subsuelo de los suelos más ampliamente difundidos en el valle.

- Isoterma de adsorción de fósforo: 1 g de suelo fue equilibrado con soluciones de 20 ml de 0,2 M acetato de sodio a pH 6,0 que contenía entre 2 y 30 ug P/ml. Luego de agitar durante una hora se dejaron reposar 24 h, se determinó el fósforo remanente en el sobrenadante, y los resultados se graficaron en forma de isoterma de Langmuir.
- Relación C/I para potasio: muestras de 5 g de suelo se equilibraron con soluciones de 25 ml de 0,004 M de cloruro de calcio y 25 ml de soluciones que contenían desde 0 a 0,1 mM de potasio. Las suspensiones se agitaron durante 2 h, dejaron reposar 24 h y se determinó K y Ca + Mg en el sobrenadante, graficándose los resultados en la forma sugerida por Beckett.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los suelos estudiados se observan los máximos contenidos de arcilla en los subsuelos de los perfiles de "media barda" y los mínimos en algunas capas de los de "barda" y "costa" aunque en estos últimos existe una gran diferenciación entre las capas debido a una gran secuencia de deposiciones de poca intensidad (Fig. 2).

Los contenidos de CaCO_3 presentes en distinta intensidad aumentan en el subsuelo tanto en los suelos de "media barda" como en los de "media costa", en el perfil de "barda" sigue la evolución de los contenidos de arcilla evidenciando una serie de discontinuidades litológicas y en el de "costa" se encuentra ausente. Como consecuencia de ello el pH que generalmente se encuentra en valores próximos a la neutralidad es más estable en los suelos medios, varía algo en el de "barda" y llega a ser débilmente ácido en el de "costa".

La materia orgánica que en ciertos perfiles ya denota contenidos mucho mayores a los de los suelos zonales vírgenes se encuentra principalmente localizada en los horizontes superficiales en los suelos superiores ("barda" y "media barda") y luego su distribución en los perfiles se hace más homogénea ("media costa" y "costa") probablemente como consecuencia de una sistematización más profunda o más intensos aportes coluviales. Esta aseveración puede ser ratificada con los datos presentados en la gira edafológica del XI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, donde los suelos cultivados poseen contenidos de materia orgánica entre tres y cinco veces superiores a los suelos vírgenes (anónimo, 1986).

Con excepción del subsuelo del perfil superior de "media barda" no se presentan problemas por acumulación de sales. Entre las sales solubles en todos los perfiles se observa la siguiente secuencia: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ (Fig. 3), encontrándose una más alta proporción de sodio soluble en aquél con mayor acumulación de sales y menor proporción de calcio soluble en el de "costa" por carecer de CaCO_3 . No obstante si se compara la composición de sales solubles con la de cationes intercambiables se evidencia que salvo en el perfil de "costa" los cationes alcalinos se encuentran en una proporción muy reducida en forma intercambiable, lo que indicaría que no predominan procesos de salinización, y en aquellos casos donde están presentes probablemente a partir de una napa de agua freática próxima no llega a tener lugar una alcalinización. En el caso de los cationes intercambiables la secuencia observada es: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$.

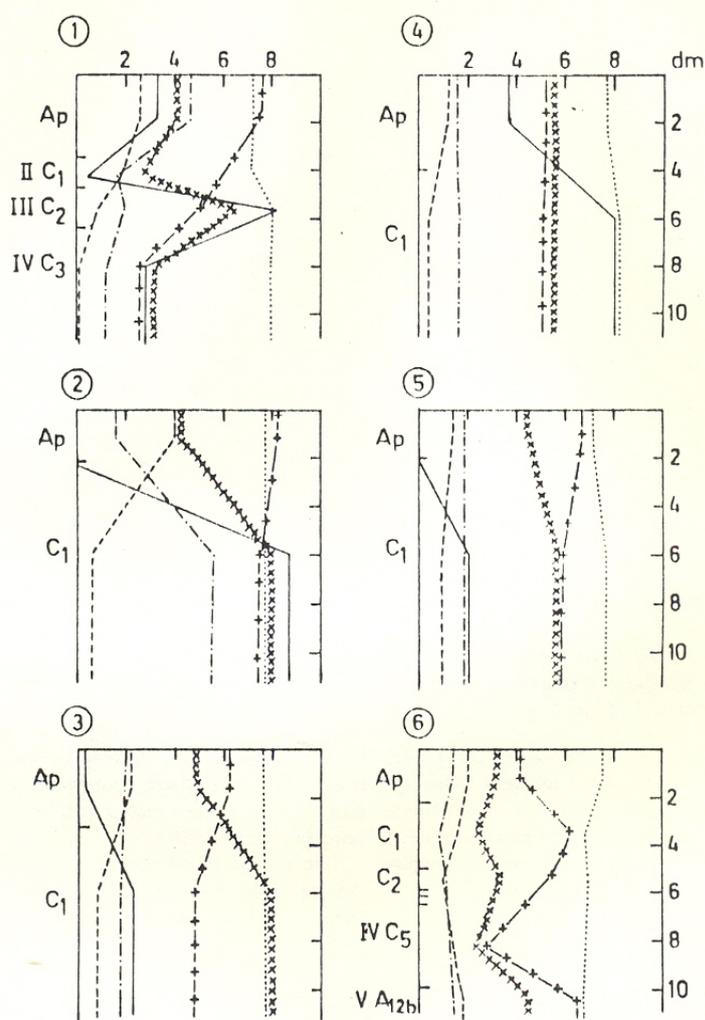


Fig. 2. Contenidos de arcilla xxxxxx(% . 5), materia orgánica ----- (%), calcáreo ----- (%), sales solubles ----- (dS m⁻¹), valores de pH y capacidad de intercambio de cationes ----- (mmol_c kg⁻¹ . 40).

En los perfiles estudiados el contenido de fósforo total (Fig. 4) en general es superior en el horizonte superficial que en el subsuelo, probablemente debido al efecto de bombeo de la vegetación, efecto éste que se

hace más pronunciado en los suelos de "media barda" y "media costa". En general los contenidos son medios a altos concordando con los obtenidos por Frade *et al.* (1973) y aumentan progresivamente a lo largo de la

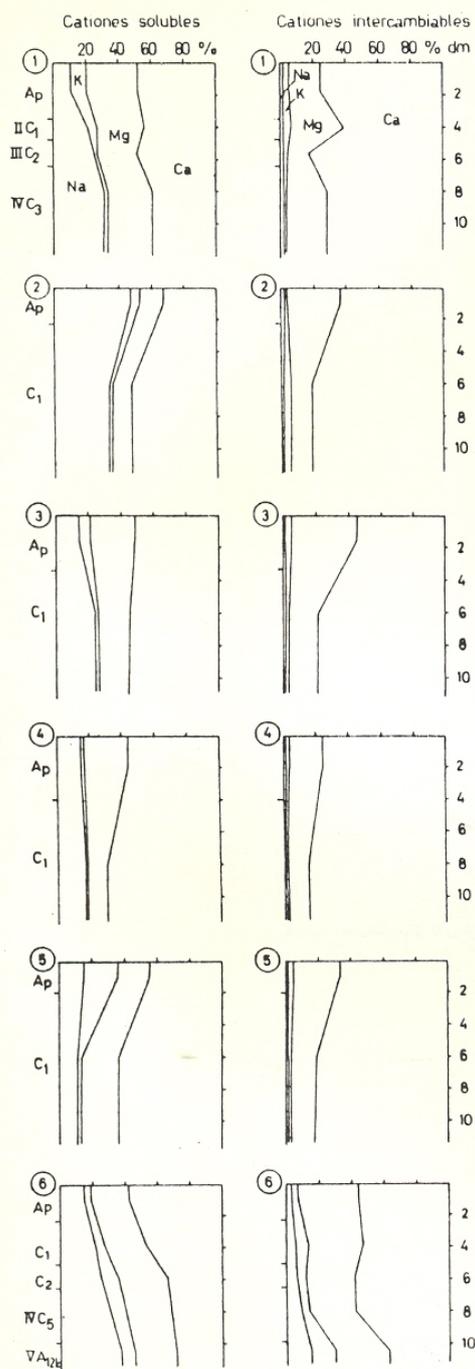


Fig. 3. Cationes solubles (me l^{-1}) e intercambiables (mmolc kg^{-1}).

toposecuencia desde los suelos de "barda" hasta los suelos de "media costa" donde se observan los contenidos máximos. En el perfil del suelo de "costa" se observa una disminución en los contenidos con respecto a los anteriores y a su vez muy pequeñas diferencias entre las distintas capas. Las cantidades de fósforo disponible difieren en los diversos perfiles, encontrándose las mayores en los dos últimos suelos de la transecta, es decir "costa" e inferior de "media costa" donde se presentan abundantes contenidos tanto en el horizonte superficial como en el subsuelo; los menores contenidos en el perfil superior de "media costa" probablemente sean debidos a la presencia de CaCO_3 hasta la superficie cuyo efecto es la inmovilización del fósforo disponible formando compuestos más estables. En general en todos los perfiles el mayor contenido de fósforo disponible se encuentra en el horizonte superficial, probablemente asociado a la descomposición de restos vegetales.

En lo referente a fracciones de fósforo (Fig. 5) en todos los suelos predominan los fosfatos de calcio, siguiéndole los fosfatos de hierro tanto reducidos como oxidados; los contenidos de fosfatos ocluidos y fosfatos de aluminio son mínimos. El aumento de proporción de fosfatos de hierro principalmente en la forma reducida y la disminución porcentual de fosfatos de calcio en el suelo de "costa" se refleja a su vez en la mayor disponibilidad de fósforo para las plantas, especialmente en el subsuelo, probablemente debido a un mayor predominio de condiciones hidromórficas.

La fijación de fósforo responde al modelo de isotermas de Langmuir (Fig. 6) de donde se confirma que las muestras del suelo superficial tienen menor poder de fijación de fosfatos que las del subsuelo ("media barda" < "media costa"), las que a su vez presentan una pendiente más pronunciada probablemente debido al mayor contenido de calcáreo.

Los contenidos de potasio (Fig. 7) transcurren paralelos a los contenidos de arcilla, siendo por lo tanto máximos en los suelos de "media barda" y "mínimos en los de "costa" y "barda". La distribución de potasio total en los perfiles no es homogénea pudiendo presentarse los mayores contenidos tanto en superficie como en el subsuelo, a diferencia de las fracciones más lábiles cuya mayor concentración siempre se encuentra en superficie quizás también asociada a la descomposición de residuos vegetales. En general los mayores contenidos de potasio no intercambiable se encuentran en los suelos de "media barda" y "media costa", mientras que con respecto a los contenidos de po-

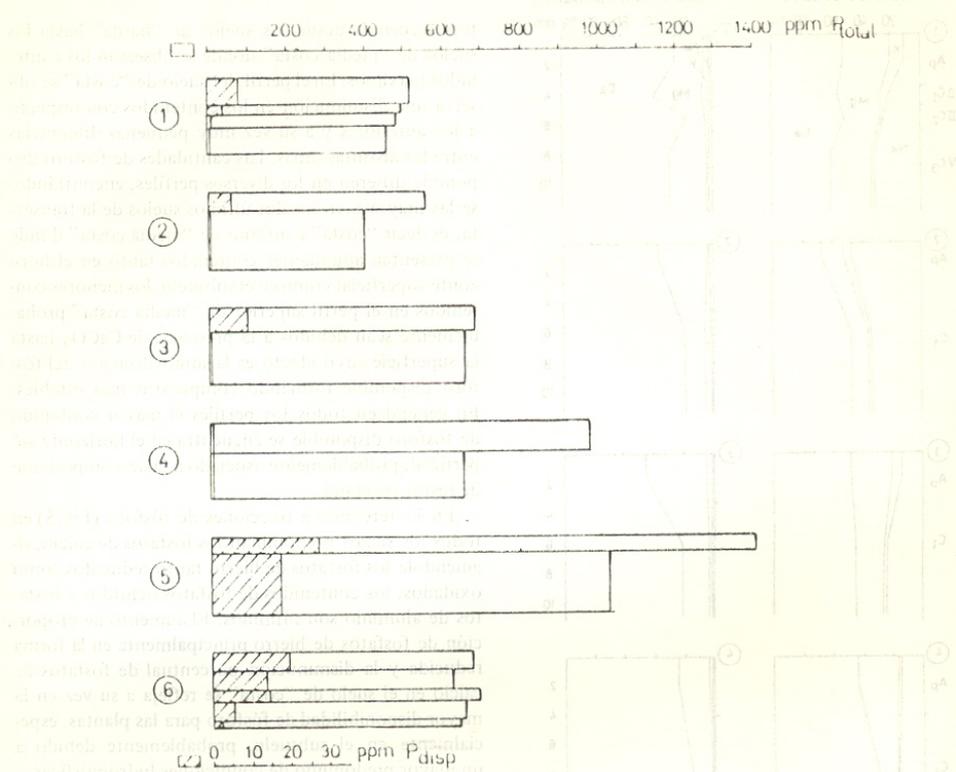


Fig. 4. Contenidos de fósforo total y disponible (ppm).

tasio de reserva los distintos suelos no se diferencian mayormente.

Las curvas C/I son importantes para evaluar el suministro de potasio a las plantas ya que permiten conocer la reserva total en el suelo y su disponibilidad inmediata. En la Fig. 8 se observan las curvas correspondientes a los horizontes de un perfil de "media barda" (Nº 2) y a uno de "media costa" (Nº 4), por ser estos los suelos más ampliamente difundidos. De ella se desprende que $[\Delta K]_{AR} = 0$, es decir la intersección de la curva con el eje de las ordenadas, y que representa el potasio adsorbido es mayor en los horizontes superficiales que en el subsuelo ("media barda" > "media costa"), mientras que la pendiente de las curvas refle-

ja la capacidad tampón y que es mayor para los subsuelos que para las muestras superficiales. Finalmente las muestras superficiales presentan un valor K_0 cinco a seis veces superior a las respectivas muestras provenientes del subsuelo debido a procesos de inmovilización que tienen lugar en estas últimas.

CONCLUSIONES

Dentro de la heterogeneidad propia de los suelos aluviales que componen este valle, se nota una tenden-

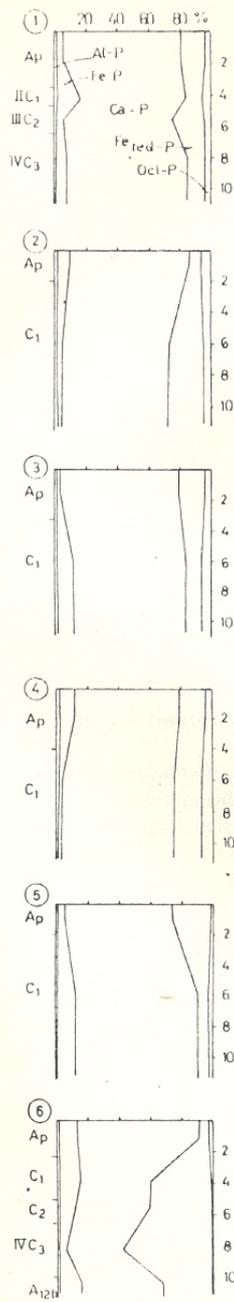


Fig. 5. Fracciones de Fósforo (%).

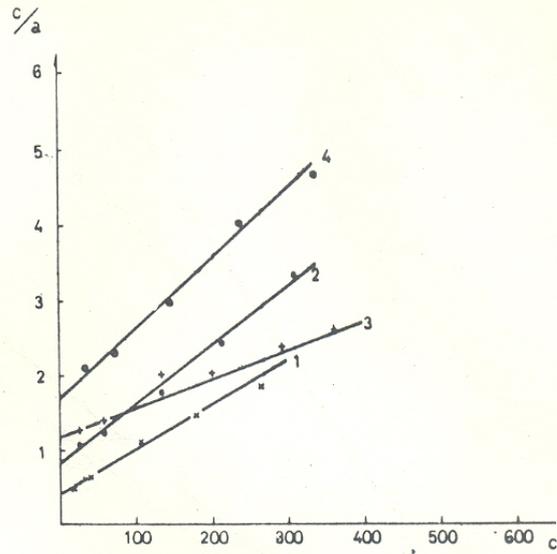


Fig. 6. Isotermas de adsorción de fósforo por muestras correspondientes a perfiles de "media barda" (A (1), C₁ (2)) y "media costa" (A(3), C(4)).

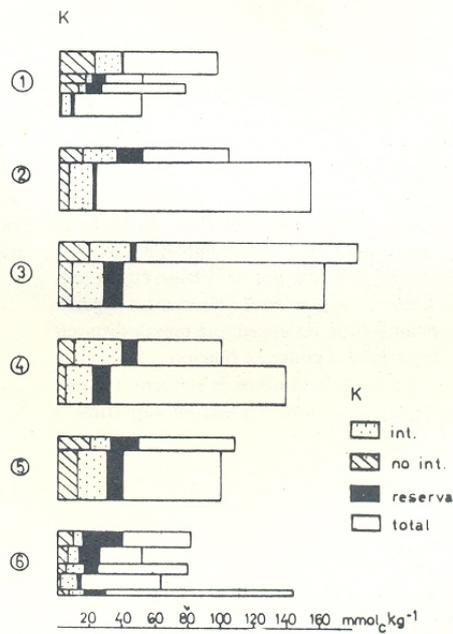


Fig. 7. Fracciones de potasio (mmol_c kg⁻¹).

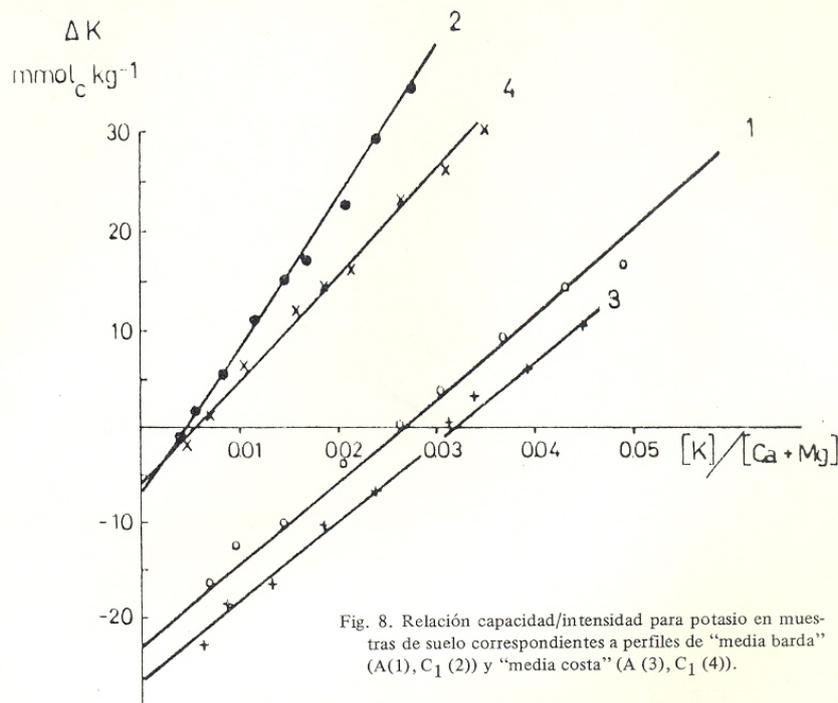


Fig. 8. Relación capacidad/intensidad para potasio en muestras de suelo correspondientes a perfiles de "media barda" (A(1), C₁ (2)) y "media costa" (A (3), C₁ (4)).

cia a mayores contenidos de arcilla y calcáreo en el subsuelo, los que a su vez serán responsables de los principales procesos de inmovilización de nutrientes que tienen lugar en los mismos.

Los suelos estudiados no presentaron problemas de salinidad, predominando entre los cationes tanto el calcio en forma soluble como intercambiable, lo que a su vez se reflejó en las fracciones de fósforo cuyos contenidos máximos se reflejan en los horizontes superficiales, lo que también se refleja en una mayor disponibilidad por tener menor poder de fijación.

En el caso del potasio también se encuentra la mayor proporción de fracciones lábiles en superficie y

umentan también aquí los procesos de inmovilización en profundidad.

De las determinaciones efectuadas finalmente puede deducirse que bajo condiciones naturales en los suelos de esta transecta los sistemas radiculares poseerán mejor provisión de nutrientes en los estratos superficiales que en los profundos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Ing. Agr. Hugo Figueiras por la colaboración prestada en la descripción morfológica de los perfiles.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1986. Gira Edafológica. XI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Alto valle de Río Negro y Neuquén. 20 p. mimeog.
- Bestvater C. R. y Casamiquela C. H. (1983): "Distribución textural de los suelos del Alto valle de Río Negro". Boletín de divulgación técnica INTA N° 29, 11 pág.
- Frade I., R. S. Lavado, C. R. Bestvater, L. B. Matera y M. Moretti (1973): "Fósforo total y orgánico y sus relaciones con otros componentes en suelos del Alto valle del Río Negro". Revista de Investigaciones Agropecuarias, serie 3, vol. X, 131-140.
- Tschapek M., J. Olivieri, C. Miaczynski y J. Barbagallo (1955): "Los suelos de regadío del Alto valle de Río Negro y Neuquén". Publ. N° 37 Instituto de Suelos y Agrotecnia, 25 pág.

APENDICE

Perfil 1 (suelo de barda): sobre tierra emparejada y actualmente no cultivada. Bien drenado. Tendencia a encostramiento superficial.

Ap	0-35	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arcilloso a franco arenoso; masivo a bloques subangulares medios a gruesos débiles; duro, firme, adhesivo y ligeramente plástico; raíces medianas y abundantes finas; límite abrupto y suave.
II C ₁	35-47	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; arenoso, masivo; blando, muy friable, no adhesivo, no plástico; raíces finas comunes; límite abrupto y suave.
III C ₂	47-64	Pardo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; ligeramente duro, firme, adhesivo, ligeramente plástico; raíces finas escasas; abundante efervescencia; límite abrupto y suave.
IV C ₃	67-120 +	Pardo (10 YR 4/3) en húmedo; arenoso; masivo; blando, muy friable; no adhesivo, no plástico; raíces finas escasas; moderada efervescencia.

Torriorthent típico

Perfil 2 (suelo de media barda): a 200 m al N de la ruta 22, chacra 179; viñedo.

Ap	0-22	Pardo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo; franco a franco limoso; bloques subangulares medios a gruesos moderados; muy duro, firme y adhesivo, plástico; raíces firmes comunes; límite abrupto y suave.
C ₁	22-96 +	Pardo (7,5 YR 5/4) en húmedo; franco arcilloso a arcilloso; masivo, muy duro, firme a muy firme, muy adhesivo y plástico; frecuentes moteados finos difusos desde la parte superior; raíces finas escasas; pseudomicelio; abundante efervescencia.

Calciorthid típico

Perfil 3 (suelo de media barda): a 1200 m al S de la ruta 22, chacra 177; manzano.

Ap	0-33	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; franco; masivo a bloques subangulares débiles; ligeramente duro a duro, firme, ligeramente adhesivo y plástico; raíces finas y medias comunes; límite gradual y suave.
C ₁	33-105 +	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; franco; masivo; duro, firme, ligeramente adhesivo y plástico; raíces finas y medias comunes; pseudomicelio; moderada efervescencia; moteados finos, escasos en la parte superior, frecuentes en profundidad (10 YR 3/6).

Torriorthent típico

Perfil 4 (suelo de media costa): a 3800 m al S de la ruta 22, chacra 175; peral chico).

Ap	0-40	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco; bloques subangulares gruesos a medios moderados; duro, firme adhesivo y plástico; raíces medias comunes; escasa efervescencia; límite gradual y suave.
C ₁	40-130 +	Pardo amarillento muy oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; franco; masivo a bloques subangulares gruesos débiles; firmes, ligeramente adhesivo, ligeramente plástico; raíces muy escasas; manchas grises muy oscuras (10 YR 3/1); saturado en la parte inferior.

Torriorthent ácuico

Perfil 5 (suelo de media costa): a 2 km al N del río, chacra 173; manzano.

Ap	0-20	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/3,5) en húmedo; franco a franco arenoso; masivo a bloques subangulares medios y gruesos moderados; duro, firme, no adhesivo, no plástico; raíces finas comunes; límite abrupto y suave.
C ₁	20-102 +	Pardo (10 YR 4/3) en húmedo; franco a franco arenoso; masivo; ligeramente duro, muy friable, no adhesivo, ligeramente plástico; raíces finas comunes; moderada efervescencia que aumenta en profundidad.

Torriorthent típico

Perfil 6 (suelo de costa): a 300-500 m al N del río, chacra 172; nogal.

Ap	0-23	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; arenoso a arenoso franco; estructura granular media a moderada; blando muy friable y no adhesivo, no plástico; límite claro y suave.
C ₁	23-50	Pardo (10 YR 4/3) en húmedo; arenoso franco; masivo; blando, muy friable, no adhesivo, no plástico; límite abrupto y suave.
C ₂	50-57	Pardo (10 YR 4/3) en húmedo; franco; masivo; ligeramente duro, firme, no adhesivo, ligeramente plástico; límite abrupto y suave.
IIC ₃	57-61	Pardo (10 YR 4/3) en húmedo; arenoso; grano suelto; límite abrupto y suave.
IIIC ₄	61-65	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco; masivo; ligeramente duro, firme, no adhesivo, ligeramente plástico; límite abrupto y suave.
IV C ₅	65-99	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; arenoso; masivo a grano suelto; blando; límite abrupto y suave.
V A _{12b}	99-120 +	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco; masivo a bloques subangulares gruesos moderados; blando y friable.

Torrifluent típico