

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
MONTEVIDEO - URUGUAY

# SUELOS DEL URUGUAY

## Serie Yaguari

POR

HERMANN TOBLER BOTTINI, WALTER DIBARBOURE,  
DANUBIO PERDOMO CORONEL, HECTOR LACCA,  
FRANCISCO y PEDRO BONINO, JULIO MATTOS,  
y EDUARDO CATALOGNE

# SUELOS DEL URUGUAY

## Serie Yaguari

HERMANN TOBLER BOTTINI,<sup>1</sup> WALTER DIBARBOURE,<sup>2</sup>  
DANUBIO PERDOMO CORONEL,<sup>3</sup> HÉCTOR LACCA,<sup>4</sup>  
FRANCISCO y PEDRO BONINO,<sup>4</sup> JULIO MATTOS<sup>4</sup>  
y EDUARDO CATALOGNE<sup>4</sup>

En la presente contribución se reúnen descripciones del perfil; resultados analíticos y acción de los fertilizantes sobre la cosecha y composición química del suelo observada a través de un ensayo macetero, realizado bajo invernáculo operando con material proveniente de suelos pertenecientes a la serie "Yaguari".

El gran grupo de suelos denominado "Praderas Negras Profundas", al cual pertenece la Serie Yaguari, según Fynn y otros (1), se caracteriza porque incluye suelos oscuros profundos, con horizonte A<sub>1</sub> negro, de textura medianamente pesada y estructura granular; un A<sub>3</sub> negro algo más pesado; el B negro y arcilloso. Generalmente, presentan una zona con carbonatos entre los 80 y 120 cms. El solum generalmente alcanza a un metro de profundidad con color negro, lo que constituye un carácter diferencial con las Praderas Pardas. No existe evidencia de microrrelieve ondulado; éste y la textura superficial no arcillosa, lo diferencia de los Grumosoles. Sin embargo, un carácter muy típico de los Grumosoles, como son las caras de deslizamiento entre los agregados estructurales del B, ha sido observado en algunos suelos de Pradera Negra. Esta clase proviene de materiales madre loesicos (Pampeano, Fray Bentos), lavas básicas, rocas sedimentarias (Lutitas de Frayle Muerto y Yaguari, areniscas con mucho cemento arcilloso, como las de Guichón).

---

1. Jefe Departamento de Química y Profesor Química Agrícola de la Facultad de Agronomía. Jefe Interino Departamento de Recursos Naturales del M. G. A.

2. Jefe de Trabajos Prácticos, Departamento de Química de la Facultad de Agronomía. Ayudante Técnico del Servicio de Contralor del M. G. A.

3. Ayudante Idóneo, División Suelos y Fertilizantes del Departamento de Recursos Naturales del M. G. A.

4. Bachiller, estudiante de Agronomía.

En el perfil que se estudia, como representativo de la serie Yaguari, la textura, determinada por el método internacional de la pipeta, resulta arcillosa en todos los horizontes.

Como además, el horizonte comprendido entre los 15 y 45 centímetros presenta evidencia de películas arcillosas, queda la ausencia del micro-relieve ondulado de la superficie como carácter diferencial con los grumosoles.

Los ingenieros agrónomos Carlos A. Fynn y Hermann D. Tobler Bottini, con fecha 20-XI-1959, describen en la siguiente forma, el perfil recogido para su ulterior estudio en laboratorio.

#### SERIE "YAGUARI"

##### Perfil representativo

0 - 15 cms. . . . .	Negro (10YR2/1); franco-arcilloso; firme; granular a bloques subangulares pequeños.	pH 6,06
15 - 45 cms. . . . .	Negro (10YR2/1); franco-arcilloso a franco-arcillo-arenoso; firme; bloques subangulares pequeños a medianos; evidencia de películas arcillosas.	pH 6,05
45 - 70 cms. . . . .	Negro (10YR2/1); franco-arcilloso a arcilloso; firme; bloques subangulares medianos.	pH 6,10
Más de 70 cms. . . . .	Pardo-amarillento (10YR5/4); concreciones de carbonato de calcio pequeñas y duras y carbonato de calcio pulverulento.	pH 8,12
Ubicación . . . . .	Departamento de Tacuarembó, sobre mano derecha de la ruta 44 rumbo a Melo, 80 kilómetros al este de la ciudad de Tacuarembó y 3 kilómetros al este de la margen izquierda del Arroyo Yaguari, pasando por paso Cohelo.	
Nota . . . . .	pH potenciométrico.	

Dentro de sus características principales, los perfiles presentan variaciones.

Con tal finalidad se transcribe la descripción realizada por el Ing. Agr. Oscar E. López Taborda, en abril de 1960, en oportunidad de recoger el material empleado en el ensayo macetero de fertilidad.

## SERIE "YAGUARI"

Situación ..... Ruta 44, a 3 Kms. al este del Arroyo Yaguari.

Perfil representativo

---

0 - 25 cms. ....	Pardo muy oscuro a negro (10YR2/2-2/1); franco; friable; granular; raíces abundantes; transición difusa.
25 - 110 cms. ....	Negro (10YR2/1); arcilloso; firme; bloques pequeños a medianos; raíces abundantes; pocos nódulos de carbonato de calcio pequeños; transición clara a material original.
110 - 180 cms.	Pardo amarillento (10YR5/8); arcillo-limoso; abundantes nódulos de calcáreo.
180 cms. ....	Material original.
Material original ..	Frayle Muerto.
Relieve .....	Cuchillas largas, con laderas cortas de 5 % de pendiente.
Drenaje .....	Moderadamente buena.
Permeabilidad ....	Moderada.
Ubicación .....	En la margen izquierda del Arroyo Yaguari. Area considerablemente extensa.

F. F. Riecken (2), en noviembre de 1957, durante su permanencia en nuestro país, describe el perfil de la serie Yaguari de la siguiente forma:

## SERIE "YAGUARI"

Perfil representativo

---

0 - 15 cms. ....	A <sub>1</sub> ; gris muy oscuro (10YR3/1), franco-arcillo-limoso liviano; friable; granular pequeño.	
15 - 40 cms. ....	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> (?); negro (10YR2/1); arcillo-limoso medio; muy firme; bloques subangulares medianos; moderadamente definidos.	pH 5,8
40 - 85 cms. ....	B <sub>21</sub> ; negro (10YR2/1); arcilloso medio; muy firme; bloques subangulares pequeños, débilmente definidos.	pH 6,0

Las bases totales se determinaron por titulación acidimétrica; el calcio y magnesio por complexometría; el sodio y potasio por espectrofotometría de emisión, empleando un espectrofotómetro Beckman.

El análisis mecánico, se determinó siguiendo el método internacional de la pipeta, eliminando humus, sales solubles y carbonatos previamente a la agitación. Las arenas fueron eliminadas previamente a la decantación, utilizando un tamiz de 300 mallas. Bajo el rubro de arena total, se computa la retenida por el tamiz de malla N° 300, más la obtenida por sedimentación y lavado, luego de haber realizado las tomas para las determinaciones de limo y arcilla.

Se siguió este procedimiento por entender que el tamiz de malla N° 300, al presentar orificios de 47 micras de diámetro, deja pasar fracciones menores de 47 micras, pero que siendo mayores de 20 micras, internacionalmente se consideran arena y no limo.

Se logró así mayor ajuste en los resultados obtenidos, siendo prácticamente 100 la suma de arena, limo y arcilla referidos a material exento de humus, sales solubles y carbonatos.

El fosfato asimilable se determinó siguiendo la técnica de Bray y Kurtz, solución N° 1.

La permeabilidad se determinó por el procedimiento de Milton Fireman.

Las determinaciones que siguen caracterizan a los suelos de la serie Yaguari, que ocupan un área extensa sobre la margen izquierda del arroyo del mismo nombre, como profundos y presentando un alto nivel de fertilidad natural que hace considerarlos como de los mejores del país.

La reacción medianamente ácida, se mantiene prácticamente sin variar hasta los 70 cms. de profundidad; luego se torna alcalina por influencia del material madre, cuyo elevado tenor de calcáreo llega casi al 50 %.

Utilizando ácido clorhídrico, se comprueba la presencia de carbonatos recién a partir de los 70 cms. de profundidad.

El humus principal responsable de la fertilidad de los suelos, se presenta en porcentaje muy elevado en los primeros 15 centímetros, alto hasta los 45, y medio entre los 45 y 70 cms. (gráfico N° 2).

Es interesante resaltar que la serie Yaguari, aún a los 70 centímetros de profundidad, contiene tanto humus como el que presenta la mayoría de los suelos de la zona sur del país en sus primeros 20 cms.

Tal cantidad de humus, hace que la coloración negra se mantenga hasta los 70 cms. de profundidad y que la serie Yaguari se clasifique como perteneciente al Gran Grupo de suelos de Praderas Negras Profundas.

CUADRO Nº 1

Profundidad	0-15 cms.	15-45 cms.	45-70 cms.	> 70 cms.
Humedad 100-105° C. %	7,43	7,74	6,50	4,77
pH en agua .....	6,06	6,05	6,10	8,12
pH en KCl N/1 .....	5,30	5,38	5,26	7,28
Reacción de carbonatos ..	—	—	—	Muy alta
<i>Por 100 grs. de tierra seca a 100-105° C.</i>				
Humus % .....	7,19	5,00	3,05	0,81
Carbono % .....	4,17	2,90	1,77	0,47
Nitrógeno % .....	0,35	0,34	0,18	0,05
Relación C/N .....	12	8,5	9,8	9,4
<i>Bases de intercambio (m. e.)</i>				
Capacidad total de bases	42,77	43,54	—	
Bases totales .....	41,37	41,64	44,5	
% de saturación .....	96,5	95,6	100,0	
Ca .....	36,8	35,1	39,7	Zona de arbonatos
Mg .....	3,7	5,1	3,6	
Na .....	0,4	0,5	0,8	
K .....	0,6	0,3	0,3	
H (por diferencia) .....	1,40	1,80	—	
<i>Análisis mecánico (Pipeta).</i>				
Materia mineral % .....	87,60	91,00	93,60	46,70
<i>Datos referidos a 100 de materia mineral:</i>				
Arcilla .....	41,20	42,80	47,00	58,50
Limo .....	27,50	22,60	20,70	26,70
Arena total .....	34,50	36,10	32,80	16,30
Arena gruesa .....	0,88	0,95	0,77	0,05
Arena fina .....	4,85	4,85	3,33	1,02
Arena muy fina .....	12,70	13,65	14,25	3,59
Arena < 47 μ .....	16,05	16,63	14,55	11,60
<i>Fósforo asimilable (Bray):</i>				
P en ppm en el suelo ...	14.—	7.—	5.25	2.20
<i>Permeabilidad:</i>				
En cms/hora al cabo de 72 horas .....	0,40	0,40	0,41	

## BASES DE INTERCAMBIO Y % DE SATURACION EN EL PERFIL

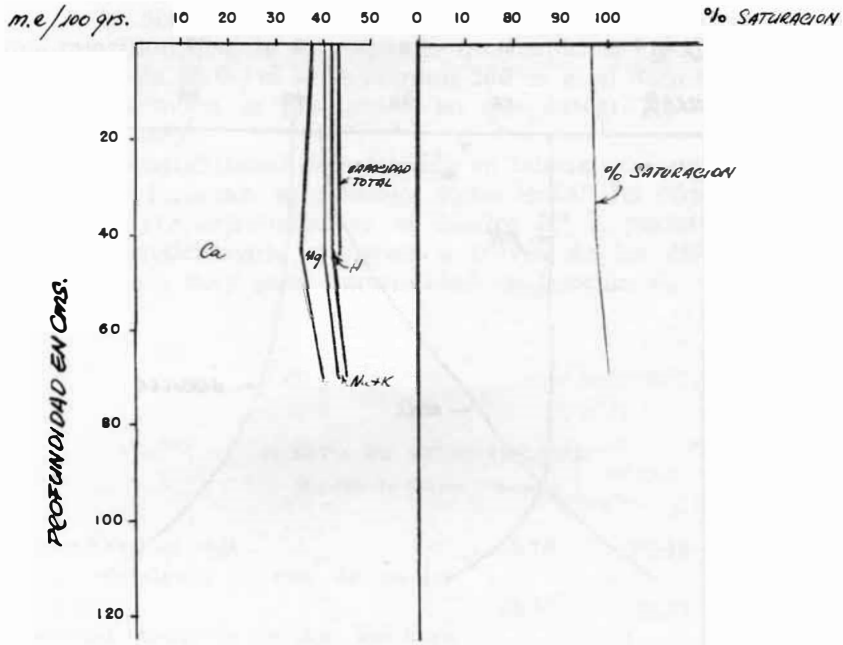


GRÁFICO N° 1.

El contenido de nitrógeno total es elevado. La relación C/N, aunque disminuye a medida que se avanza en profundidad, se mantiene dentro de valores normales en todo el perfil.

La elevada capacidad en bases de intercambio y el alto porcentaje de saturación, a través de todo el perfil (gráfico N° 1), son factores que ponen de manifiesto el alto nivel de fertilidad natural de este tipo de suelo.

La relación calcio magnesio es del orden de 10 a 1 y su suma representa más del 97 % de la totalidad de las bases de intercambio (gráfico N° 1).

Son suelos pesados y aunque el análisis mecánico revela una textura arcillosa en todo el perfil, este carácter se acentúa con la profundidad al aumentar el contenido de arcilla.

La arena, en su casi totalidad constituida por arena muy fina, contribuye a acentuar esa característica.

La arena, según Fynn y otros (1), está constituida por cuarzo y feldespato relativamente alterado.





Después de los 45 cms. de profundidad la arcilla interviene como factor diferencial entre horizontes (gráfico N° 2).

A la arcilla, cuya naturaleza, según Fynn y otros (1) es montmorillonítica, le corresponde una capacidad de intercambio del orden de 85 %, si se le asignan 200 m. e. al humus y se toma en consideración la proporción en que integra la materia mineral del suelo.

La permeabilidad determinada en laboratorio, por el método de Milton Fireman, se cataloga como lenta. La observación de las cifras proporcionadas en el cuadro N° 2, permiten deducir que es prácticamente uniforme a través de los distintos horizontes y con muy poca variabilidad en función de horas transcurridas.

CUADRO N° 2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

*Método de Milton Fireman*

<i>Profundidad en cms. ....</i>	0-15	15-45	45-70
<i>Tiempo empleado en caer la primer gota .....</i>	2h.45	2h.29	2h.19
<i>Velocidad expresada en cms. por hora</i>			
En la primer hora .....	0,45	0,55	0,57
En la segunda hora .....	0,45	0,33	0,23
En la tercera hora .....	0,78	0,55	0,45
En la cuarta hora .....	0,67	0,55	0,45
En 72 horas .....	0,40	0,40	0,41

El método Bray, utilizado para la determinación del fósforo asimilable, da cifras que correspondiendo a un tenor medio se deben considerar como representativas de elevado nivel en fósforo si se les compara con las proporcionadas por el resto de los suelos del país.

Con excepción de algunos suelos vírgenes, provenientes de las mejores zonas de los departamentos de Soriano, Paysandú y Río Negro, que dan 7 partes por millón de fósforo, la inmensa mayoría, en los primeros 20 cms. del perfil contienen tan sólo de 2,5 a 5 ppm de P.

No obstante, la cantidad de fósforo que presenta esta serie se considera mediana.

Este concepto lo pone en evidencia el ensayo macetero, con lechuga romana, al lograrse los mayores rendimientos cuando se incorpora fertilizante fosfatado.

CUADRO Nº 3

ENSAYO DE JENNY  
8 semanas de desarrollo. Cultivado en invernáculo

Tratamientos	Peso promedio de materia seca a 70° C. en gramos	Porcentaje relativo	
		Con cal	Sin cal
Testigo . . . . .	0,35	25,4	17,7
N, P, K . . . . .	1,98		100.—
N, P, K, Ca . . . . .	1,38	100.—	
N, P . . . . .	1,91		96,5
N, P, Ca . . . . .	1,33	96,4	
N, K . . . . .	0,28		20,3
N, K, Ca . . . . .	0,23	16,7	
P, K . . . . .	1,61		116,7
P, K, Ca	1,40	101,4	

N: 80 Kls./Há. P: 80 Kls./Há. K: 80 K's./Há.  
Ca CO<sub>3</sub>: 2.000 Kls/Há.

La expresión porcentual de los rendimientos ponen de manifiesto que el agregado de CaCO<sub>3</sub>, en todos los casos, tuvo efecto deprimente sobre los rendimientos logrados con igual tratamiento fertilizante, pero en ausencia de calcáreo.

El elevado tenor en calcio de intercambio y el alto porcentaje en saturación de bases, son los responsables del efecto negativo del agregado de cal.

El suelo ensayado, responde principalmente al agregado de fertilizante fosfatado.

Si se suprime el fósforo, el rendimiento relativo baja al 20,3 % operando sin cal y al 16,7 % empleando carbonato de calcio.

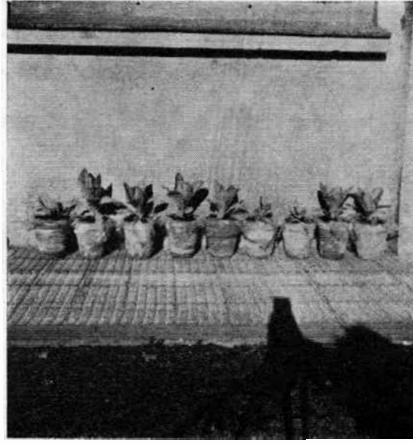
El análisis químico mediante las determinaciones del nitrógeno total y humus, pone de manifiesto un alto nivel nitrogenado, que ractifica el ensayo macetero, al corresponder el máximo rendimiento (116,7 %) a la combinación PK.

La supresión del potasio, al modificar escasamente el porcentaje relativo (96,5 %), revela que el suelo realiza un buen suministro de este nutriente.

## ENSAYO DE FERTILIDAD

El ensayo de fertilidad, se realizó bajo invernáculo, siguiendo la técnica de Jenny con lechuga romana y empleando material recogido, hasta 20 cms. de profundidad, por el Ing. Agr. Oscar E. López Taborda, en abril de 1960, en la propia zona donde se describiera el perfil.

Se emplearon 2 ¼ kilos de tierra por maceta y como cada tratamiento contó con 4 repeticiones, se utilizaron en total, 36 macetas.



FOTOGRAFÍA Nº 1.

El nitrógeno, fósforo y potasio, se aplicaron a razón de 80 kilos por Há., expresados en N, P y K.

Se incorporaron mediante soluciones preparadas con sulfato de amonio, fosfato monocálcico y sulfato de potasio, empleando en todos los casos productos puros para análisis.

La cal se agregó como  $\text{CaCO}_3$  precipitado, a razón de 2.000 kilos por Há.

El almácigo se sembró el 28-IV-960 y las plantitas nacieron el 3-V-960.

Las macetas se abonaron el 2-VI-960 y las lechugas se transplantaron el 6-VI-960.

La cosecha se realizó a las 8 semanas (1º-VIII-960).

Durante la ejecución del ensayo se realizaron dos carpidas (12 y 26-VII-960) y se aplicaron bajo forma de riego 1.650 c.c. de agua destilada por maceta.

La fotografía tomada el día de la cosecha, muestra el diferente desarrollo que correspondió a cada tratamiento.

ACCION DE LOS FERTILIZANTES SOBRE EL pH  
63 DIAS DESPUES DE ABONADO

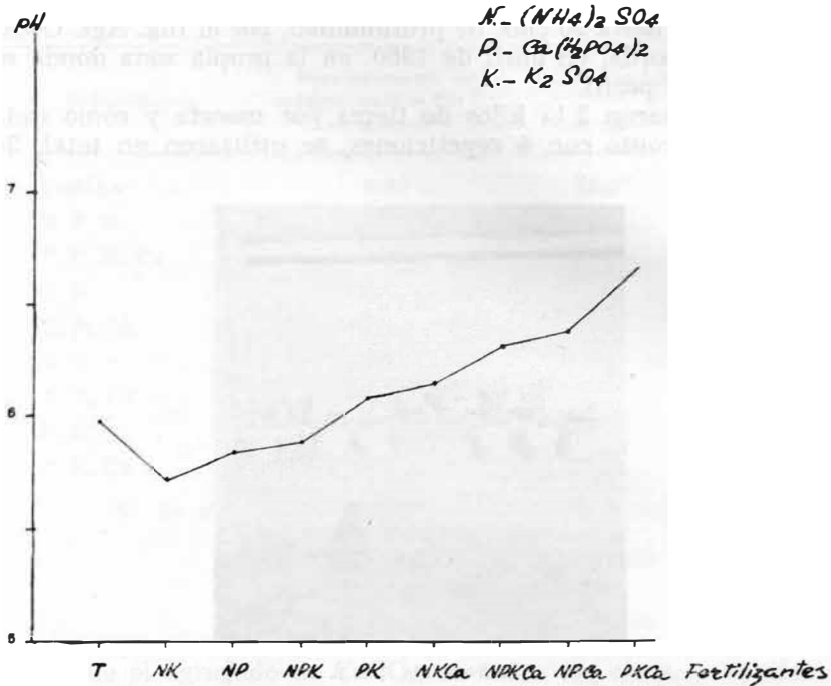


GRÁFICO Nº 3.

En el cuadro Nº 3, se suministra por tratamiento, el peso promedio de materia seca a 70° C. logrado con las 4 repeticiones y el porcentaje relativo correspondiente.

El 96,5 % logrado con el aporte de NP y el 116,7 % obtenido mediante la combinación PK, demuestran claramente que el fósforo es el elemento clave para aumentar las cosechas, pero también permiten presumir, que siendo el suelo, por naturaleza, muy rico en nitrógeno, al incorporarse fósforo en cantidad satisfactoria, surge el potasio como elemento limitante, explicando el hecho que corresponde a la interacción PK el mayor rendimiento.

En resumen, los suelos de la serie Yaguari no requieren encañados, ni abonos nitrogenados, respondiendo favorablemente al agregado de fósforo y a la combinación fosfopotásica.

## ACCION DE LOS FERTILIZANTES

Luego de levantada la cosecha se dejó el suelo en las macetas y con fecha 24-VIII-960, a los 63 días de abonado, se tomó mediante calador, una muestra compuesta por tratamiento, efectuando 5 perforaciones por maceta y reuniendo en una única muestra las perforaciones provenientes de las cuatro repeticiones de un mismo tratamiento.

Este material fue analizado por los métodos rápidos de Charles H. Spurway y de Bray, y además se le determinó por procedimiento potenciométrico su reacción.

El gráfico N° 3, muestra la acción que tuvieron los distintos fertilizantes sobre la reacción del suelo. Si se tiene presente, que en las abscisas los fertilizantes se ordenan, en base a sus propiedades químicas, en orden decreciente de acidificación, resulta notable la correlación obtenida entre la presunción teórica y la respuesta dada por el ensayo.

En el cuadro N° 4, se suministran los datos analíticos obtenidos mediante la aplicación de los métodos de Charles H. Spurway, Bray y medición potenciométrica del pH.

El incremento del contenido en fósforo del suelo, por la incorporación de fertilizantes, se refleja con mayor nitidez en las cifras proporcionadas por el método de Bray.

En general, se observa un mayor contenido de fósforo asimilable en los tratamientos con cal.

El menor contenido corresponde al tratamiento nitropotásico, que arroja valores por debajo del testigo.

El efecto del agregado de cal se refleja sobre los valores del pH (gráfico N° 3 y cuadro N° 4) y calcio de reserva, aunque en este caso con menos regularidad.

Referente al potasio, si bien se percibe un mayor contenido en el suelo de las macetas tratadas con este elemento, la acción de este elemento se traduce en forma irregular sobre los resultados obtenidos.

La reacción de nitratos, aún cuando no es muy indicada para establecer diferenciaciones, en el presente caso pone de manifiesto dos hechos interesantes. El primero, que la reacción menos intensa corresponde a los tratamientos (PK y PKCa) carentes de nitrógeno y, el segundo, que la mayor intensidad de la reacción corresponde al tratamiento exento de fósforo (NK). Podrían tener su explicación en el hecho, que los tratamientos a base de PK y PKCa, al dar los máximos rendimientos han consumido mayor cantidad de nitrógeno. Lo contrario sucedería con el tratamiento NK que por dar menor rendimiento que el testigo, no ha consumido mayormente nitrógeno, y éste ha permanecido como nitratos.

CUADRO N° 4

## ACCION DE LOS FERTILIZANTES SOBRE EL SUELO

(Análisis del suelo, después de levantada la cosecha  
y a los 63 días del abonado)

Muestra Tratamiento	1 Testigo	2 NPK	3 NPKCa	4 NP	5 NPCa	6 NK	7 NPKa	8 PK	9 PKCa
pH en agua . . . . .	5,98	5,88	6,30	5,83	6,37	5,73	6,14	6,08	6,60
pH en KCl N/1 . . . . .	5,23	5,19	5,60	5,10	5,73	5,13	5,57	5,24	5,80
<i>Método Spurway</i>									
<i>en ppm. en la sol.</i>									
<i>Activo:</i>									
NO <sub>3</sub> . . . . .	17 ½	17 ½	17 ½	15	12	25	20	Tr.	2
NH <sub>3</sub> . . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2
NO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P . . . . .	½	½	¾	½	1	Tr.	Tr.	¾	¾
K . . . . .	—	—	—	—	—	Tr.	Tr.	—	—
Ca . . . . .	80	100	125	80	175	100	125	90	125
Mg . . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fe . . . . .	½	½	½	½	½	½	½	½	1
Mn . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>4</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cl . . . . .	—	—	Tr.	—	Tr.	—	—	Tr.	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reserva:</i>									
P . . . . .	½	¾	1	1	1 ½	¾	½	1 ½	1 ½
K . . . . .	18	20	25	20	20	30	30	45	25
Ca . . . . .	1320	1200	1300	1300	2070	1650	1800	1750	2100
Fe . . . . .	2	1	2	1 ½	1 ½	2	1 ½	1 ½	1 ½
Mn . . . . .	—	—	1	1	½	1	½	1	1 ½
<i>Método Bray:</i>									
P en ppm suelo . . . . .	9.63	15.68	23.52	23.52	28.89	3.50	7.84	24.90	24.90
P en Kls/Há. . . . .	24.06	39.20	58.80	58.80	72.18	8.75	19.60	62.22	62.22

Se debe resaltar que el ensayo fue realizado en macetas y bajo invernáculo, por lo cual se han alterado las propiedades físicas naturales del suelo y eliminado factores climáticos adversos.

Se ha logrado reunir una importante información sobre características de uno de nuestros mejores suelos, que ocupa un área extensa sobre la margen izquierda del Arroyo Yaguari, a la altura de Paso Cohelo, en el Dpto. de Tacuarembó.

## BIBLIOGRAFIA

1. FYNN, C. A.; TOBLER BOTTINI, H. D.; LOPEZ TABORDA, O.; DE LEON, L.; CUSSAC, C.; CALVELLO DE VALLI, M. E.; GULLA DE GONZALEZ, E.; SECONDI DE CARBONELL, A. S.; PERDOMO CORONEL, D.— *Caracterización de los Grandes Grupos de Suelos del Uruguay*.
2. WRIGHT, HAROLD C.— *Soil Analysis*. Second edition, London, 1939.
3. JACKSON, M. L.— *Soil Chemical Analysis*, 1958.
4. PIPER, C. S.— *Soil and Plants Analysis*, 1950.
5. KILMER, V. J.; ALEXANDER, L. T.— Methods of Making Mechanical Analysis of Soils. *Soil Science*, vol. 68, Nº 1: 15; julio 1949.
6. SCHOLLENBERGER y SIMON.— *Soil Science*, vol. 59, Nº 1; January 1945.
7. PEECH, J. M.— *Soil Science*, vol. 59, Nº 1; January 1945.
8. RIECKEN, F. F.— *Reconocimiento y Clasificación de Suelos*. Informe al Gobierno del Uruguay, F. A. O. Nº 1129, Roma.
9. A. O. A. C.— *Official Methods of Analysis of the A. O. A. C.*, 1950.

Montevideo, 8 de marzo de 1961.