

865.-

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

REPUBLICA DE LA

DE AGRONOMIA

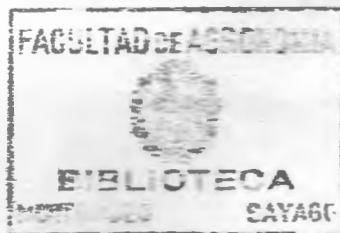
E F E C T O     D E L     E N C A L A D O

S O B R E     L A     D I S P O N I B I L I D A D     D E

F O S F O R O     D E L     S U E L O     Y     L A     E F I C I E N C I A

D E L     F E R T I L I Z A N T E     F O S F A T A D O     E N

U N     S U E L O     D E     B A S A L T O



Junio de 1970

José Pedro Zamañalvide

1

EFECTO DEL ENCALADO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE FOSFORO  
DEL SUELO Y LA EFICIENCIA DEL FERTILIZANTE  
FOSFATADO EN UN SUELO DE BASALTO

Nº 865.-

Zamalvide J., Rabuffetti A., Balcar J.

INTRODUCCION

Desde 1966 la Facultad de Agronomía viene llevando a cabo una serie de ensayos de introducción de leguminosas en el tapiz natural en suelos de basalto (1) (12). En la mayoría de los casos se ha encontrado una respuesta significativa del trebol subterráneo al agregado de Fósforo.

En algún caso, sin embargo, no se ha obtenido respuesta al agregado de Fósforo, a pesar de que el suelo presentaba un nivel de dicho nutriente, muy bajo. Se ha sugerido para explicar este hecho la posibilidad de que exista una alta fijación del Fósforo agregado debida a la existencia de aluminio intercambiable.

Se acepta que el Fósforo inorgánico de los suelos se encuentra en formas relacionadas al Ca, Fe y Al. Chang y Jackson (citado por HSV y Jackson (8)) hacen notar la relación existente entre las fracciones del Fósforo con el grado de meteorización sufrido por el suelo, dándose en ese sentido la secuencia fósforo-calcio --- fósforo-aluminio --- fósforo-hierro --- fósforo ocluido al aumentar la meteorización.

De acuerdo a lo anterior se ha encontrado que el P-Fe se encuentra en forma dominante en los suelos ácidos, el P-Ca en los suelos neutros y alcalinos en tanto que el P-Al se encuentra en un rango más amplio (Schachtchabel y Heineman, citado por Black(2)).

Dentro de los suelos ácidos se ha encontrado que luego de un agregado de Fósforo este aparece fundamentalmente en las fracciones P-Fe y P-Al teniendo el P-Ca poca o ninguna significación (15). Se ha observado además el cambio de las fracciones con el tiempo, luego del agregado de Fósforo. El poco P-Ca que puede existir al principio junto con parte del P-Al van pasando progresivamente a P-Fe (14)(15).

La importancia relativa del Fe y Al en la fijación de fósforo en los suelos ácidos, varía ampliamente en los diferentes suelos (4)(16)(15).

En el caso del aluminio debe tenerse en cuenta como fuente de fijación, el que existe en forma intercambiable, en forma de polímeros, así como el que puede actuar como fijador en los minerales de arcilla. HSU (7) al exponer una teoría sobre fijación de P por el Fe y Al opina que la fuente principal de Al como fijador de fósforo; son sus polímeros por su mayor cantidad, aún en aquellos suelos que presentan aluminio intercambiable.

Dado que con la elevación del pH se disminuye la actividad del Fe y Al se debería esperar un aumento en la disponibilidad de P, habiéndose comunicado resultados en ese sentido (6)(5)(9)(13). Debe hacerse notar, que el cambio de pH tiene otros efectos relacionados al Fósforo, como ser, eliminación de la toxicidad de aluminio (11) y aumento de mineralización de fósforo orgánico (17).

Sin embargo, en muchos casos tal como lo hacen notar Black (2) y Pearson (14) el agregado de cal da como resultado en un primer momento una disminución en la disponibilidad de P, tendencia que en general con el tiempo cambia. Esto podría deberse según Black a la liberación gradual del P desde sus formas fijadas.

Las diferentes especies muestran distinta sensibilidad a la acidez y respuesta al encalado. El trébol subterráneo aparece como una especie poco sensible a la acidez (9) (10).

El objetivo del presente trabajo, fue el de estudiar el efecto de los cambios en el pH de un suelo ácido de basalto que no mostró respuesta al fósforo en ensayo de campo en el aporte de P del suelo y la eficiencia de utilización del fertilizante agregado.

## MATERIALES Y METODOS

El suelo utilizado en el ensayo fue un suelo superficial rojo sobre basalto, cuyas principales características aparecen en el Cuadro 1. El suelo fue secado y tamizado a 2 mm., agregándosele luego cal en forma de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  puro en dos dosis equivalentes respectivamente al hidrógeno titulable a pH 7 y a  $\frac{1}{2}$  de dicha cantidad. Estos dos tratamientos y un testigo sin cal permanecieron con humedad equivalente a capacidad de campo durante un mes. Las dosis de cal agregadas equivalían a 3.500 y 7.000 Kilos de carbonato de calcio puro por Há.

Al finalizar el período de equilibrio con la cal los suelos presentaban los siguientes pH. Suelo original - 5.7  $\text{Ca}\frac{1}{2}$  - 6.2  $\text{Ca}1$  - 6.6.

Con estos tres suelos se realizó un ensayo macetero de respuesta al agregado de Fósforo. Se usaron cuatro dosis de fósforo bajo forma de fosfato monocálcico marcado con  $P^{32}$  equivalentes a 0-30-60 y 90 unidades de  $P_2O_5$  por Há. Se sembraron cuatro plantas de trébol subterráneo (*trifolium subterraneum*) en macetas de 1 Kilo de suelo que se mantuvieron a capacidad de campo.

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones. La siembra se realizó el 15/4/69 y los cortes el 9/6/69 y 5/8/69, correspondiendo al primer corte 55 días, al 2º corte 28 días y al 3º 29 días. El corte fue secado a 65°C durante 48 hs., determinándose peso seco, P total por colorimetría (molibdato de amonio, reducción por cloruro estagnoso) y P proveniente del fertilizante (radiométricamente, mediante un tubo SM de ventana MST 17 conectado con un escalímetro FP8 comparando los valores leídos con standards).

El P total y el P del fertilizante fue determinado en solución proveniente de un ataque con ácido sulfúrico y perhidrol.

En los datos de P total absorbido se realizó un análisis de varianza y se calculó la diferencia mínima significativa.

#### RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

Los Cuadros Nº 2, 3, 4, y 5, muestran los datos de materia seca, P total absorbido, % de P en la materia seca, % de P proveniente del fertilizante y del suelo para el 1º, 2º, 3º y suma de los cortes respectivamente. La Gráfica 1 muestra la absorción del P total, P del suelo y P del fertilizante en la suma de los 3 cortes. La Gráfica 2 muestra la relación entre el % de P en la materia seca y el rendimiento para la suma de los tres cortes.

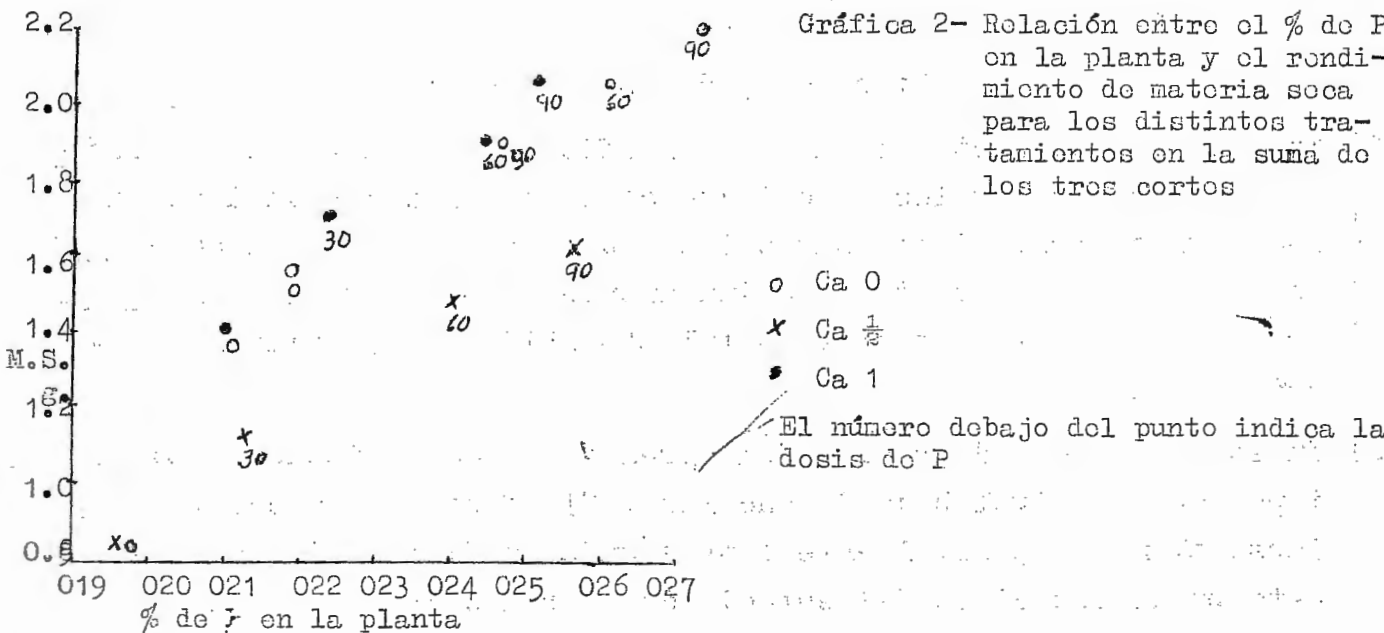
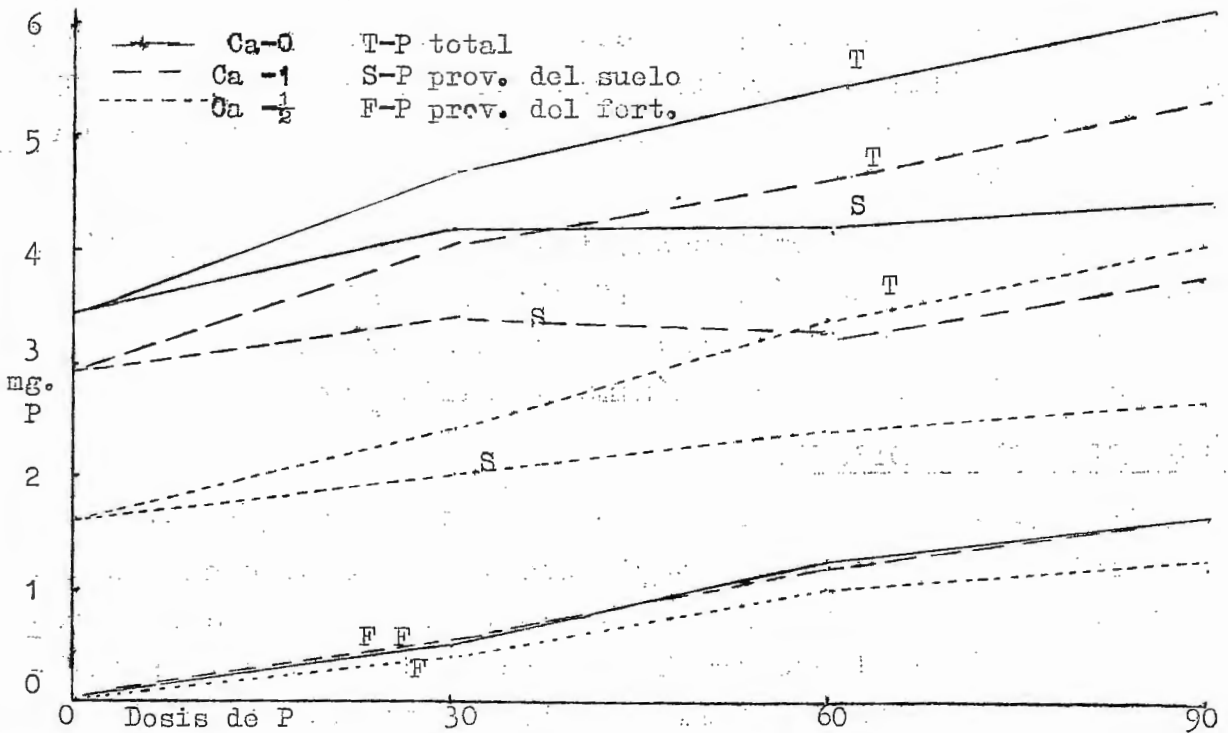
De los resultados obtenidos podemos concluir:

- 1) Existe una respuesta altamente significativa al agregado de fósforo a todos los niveles de cal que continúa hasta 90 unidades de  $P_2O_5$ . En el tratamiento sin cal el aumento en materia seca con 90 unidades de  $P_2O_5$  fue de aproximadamente un 50% para la suma de los tres cortes y el de fósforo total absorbido de aproximadamente un 80%.
- 2) Existe un efecto depresivo del agregado de cal, siendo esto más importante a nivel bajo de encalado. El efecto de la cal parece darse al menos parcialmente a través de la disponibilidad de P, esto puede deducirse del estudio de la relación entre % de P en la materia seca y rendimiento (Gráfica 2).

Tabla I - Algunas características del suelo utilizado en el ensayo

Arcilla - 55%	P Bray N° 1 - 2 ppm.
Limo - 35%	C I C - 41.3 me.
Arena - 10%	H titulable a pH 7 - 5.5 me.
Mat.Org. - 7,5%	
pH agua - 5.7	
pH KCl - 4.7	

Gráfica 1- mg. de P en la planta, total, proveniente del suelo, y proveniente del fertilizante en relación a las dosis de P para las distintas dosis de cal en la suma de los tres cortes



Análisis de cal	0				$\frac{1}{2}$				1			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
mat.seca g	0,386	0,463	0,508	0,622	0,213	0,259	0,328	0,334	0,309	0,351	0,389	0,438
$y_0 = 100 \%$	100	119	131	161	100	122	154	157	100	113	126	141
$y_{10} = 100 \%$	100	100	100	100	55	56	65	54	80	76	77	70
total abs.mg.	0,788	1,076	1,278	1,620	0,344	0,450	0,695	0,656	0,544	0,745	0,794	0,955
$y_0 = 100 \%$	100	136	162	205	100	131	202	191	100	137	146	176
$y_{10} = 100 \%$	100	100	100	100	44	42	54	40	69	69	62	59
P en planta	0,204	0,232	0,253	0,259	0,162	0,172	0,208	0,196	0,176	0,214	0,204	0,217
P del Fert.	0	14	23	32	0	19	35	31	0	18	34	40
P del suelo	100	86	77	68	100	81	65	69	100	82	66	60

Análisis para P total absorbido:

$F_{Ca} = 66,00^{++}$	$F 1\% = 5,3$	Diferencia mínima significativa
$F_P = 22,21^{++}$	$F 1\% = 4,4$	5 % = 0,235
$F_{int} = 2,69^+$	$F 5\% = 2,40$	1 % = 0,316

T A B L A N° 3 - Segundo Corte

Análisis de cal	0				$\frac{1}{2}$				1			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
mat.seca g.	0,498	0,625	0,713	0,744	0,296	0,370	0,508	0,555	0,467	0,585	0,630	0,710
$y_0 = 100 \%$	100	126	143	149	100	125	171	188	100	125	146	152
$y_{10} = 100 \%$	100	100	100	100	59	59	71	75	94	93	95	95
tot.abs.mg.	0,990	1,411	1,733	1,994	0,519	0,733	1,101	1,405	0,857	1,139	1,517	1,674
$y_0 = 100 \%$	100	142	175	201	100	141	213	220	100	132	177	195
$y_{10} = 100 \%$	100	100	100	100	52	52	63	70	86	81	87	84
P en planta	0,199	0,226	0,244	0,268	0,176	0,200	0,218	0,253	0,184	0,194	0,222	0,235
P del Fert.	0	10	22	25	0	14	30	31	0	11	28	30
P del Suelo	100	90	78	75	100	86	70	69	100	89	72	70

Análisis para P total absorbido:

$F_{Ca} = 27,12^{++}$	$F 1\% = 5,3$	Diferencia mínima significativa
$F_P = 35,82^{++}$	$F 1\% = 4,4$	5 % = 0,443
$F_{int} = 0,26$	$F 5\% = 2,4$	1 % = 0,597

T A B L A N.º 4 - Tercer Corte

Dosis de cal	0				$\frac{1}{2}$				1			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
Mat. seca g.	0,662	0,811	0,877	0,872	0,376	0,497	0,651	0,722	0,602	0,785	0,795	0,9
P <sub>o</sub> = 100%	100	122	132	132	100	132	173	192	100	130	132	16
Ca <sub>o</sub> = 100%	100	100	100	100	57	61	74	83	91	97	91	11
P tot. abs. mg.	1,590	2,130	2,465	2,547	0,867	0,122	0,174	0,206	1,516	2,006	2,210	27
P <sub>o</sub> = 100%	100	134	155	160	100	141	200	237	100	132	146	179
Ca <sub>o</sub> = 100%	100	100	100	100	54	57	70	81	95	94	90	106
% P en Planta	0,240	0,263	0,284	0,292	0,232	0,244	0,269	0,286	0,253	0,255	0,278	0,27
% P del Fert.	0	9	26	25	0	16	26	31	0	13	28	29
% P del Suelo	100	91	74	75	100	84	74	69	100	87	72	71

Análisis P total absorbido:

F<sub>Ca</sub> = 25,41<sup>++</sup>      F 1% = 5,30  
 F<sub>P</sub> = 28,93<sup>++</sup>      F 1% = 4,40  
 F<sub>int.</sub> = 0,81      F 5% = 2,40

Diferencia mínima significativa  
 5 % = 0,443  
 1 % = 0,597

T A B L A N.º 5 - Total de los Tres Cortes

Dosis de cal	0				$\frac{1}{2}$				1			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
Mat. seca g.	1,546	1,901	2,098	2,237	0,885	1,126	1,487	1,611	1,380	1,720	1,864	2,12
P <sub>o</sub> = 100%	100	123	136	145	100	127	168	182	100	125	135	154
Ca <sub>o</sub> = 100%	100	100	100	100	57	59	71	72	89	90	89	95
P tot. abs. mg.	3,367	4,620	5,476	6,161	1,736	2,404	3,536	4,115	2,918	3,891	4,521	5,33
P <sub>o</sub> = 100%	100	137	162	183	100	138	204	237	100	133	155	183
Ca <sub>o</sub> = 100%	100	100	100	100	51	52	64	67	87	84	82	87
% P en Planta	0,217	0,243	0,261	0,275	0,196	0,213	0,237	0,255	0,211	0,226	0,242	0,25
% P del Fert.	0	11	25	27	0	17	29	31	0	13	29	31
% P del suelo	100	89	75	73	100	83	71	69	100	87	71	69

Análisis para P total absorbido:

F<sub>Ca</sub> = 42,69<sup>++</sup>      F 1% = 5,3  
 F<sub>P</sub> = 38,93<sup>++</sup>      F 1% = 4,4  
 F<sub>int.</sub> = 0,13      F 5% = 2,4

Diferencia mínima significativa  
 5 % = 0,878  
 1 % = 1,18

Allí vemos que la cal baja el % de P en la planta, lo que nos indica una menor disponibilidad de fósforo. Sin embargo, se observa, además, que para un mismo porcentaje de P en la planta, los tratamientos con  $\frac{1}{2}$ Ca rinden menos que el resto, lo que indicaría en este caso, que existe otro factor limitante además del P.

Este otro factor podría ser la disponibilidad de algún micronutriente, lo que podría merecer un estudio particular.

El efecto de la cal sobre la disponibilidad de P debe ser una combinación de los efectos de esta sobre el equilibrio de las formas inorgánicas de P y sobre la mineralización del P orgánico, el primero depresivo y el segundo aumentando la disponibilidad. Este podría explicar las diferencias de efectos anotados en las dos dosis de cal.

3) El efecto depresivo de la cal aparece como más importante en el P del suelo que en el P del fertilizante lo que se deduce del aumento del % del P proveniente del fertilizante en los tratamientos con cal.

4) En el tiempo transcurrido durante el ensayo se notaron algunos cambios en los efectos anotados que se evidenciaron en el estudio de los sucesivos cortes, como ser: una disminución de los efectos negativos de la cal, una disminución de la respuesta al P en los tratamientos sin cal y un aumento en la respuesta en los tratamientos con cal.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente debe concluirse que la falta de respuesta al P encontrada en ensayos de campo en este suelo debió ser causada por algún factor que no actuó en el ensayo mencionado (como puede ser disponibilidad de agua), o el alto error experimental con que se trabaja en estos suelos debido a lo heterogéneo de la profundidad.

La fijación de P de este suelo no fue tan alta como para impedir la respuesta al P agregado y un buen aprovechamiento del fertilizante. El encalado no disminuyó la fijación de P (por lo menos a corto plazo), sino que por el contrario la aumentó.

Debe hacerse notar finalmente que la determinación de aluminio mediante extracción por KCl IN y posterior valoración por titulación y por aluminon mostró la inexistencia de aluminio intercambiable en los suelos de basalto en que se realizó.-



B I B L I O G R A F I A - C I T A D A

- 1.- Beltramini, E., Escuder, J., Labandera, C., Quadrelli, A.; Sacco ne R., Von Zakrzewski, D. - 1967. - Implantación de leguminosas en suelos superficiales sobre basalto.- Facultad de Agronomía - Mimeógrafo.
- 2.- Black, C.A. - Soil plant relationships - Edic. 1967.
- 3.- Coleman, N.J., Kamprath, E.J. and Weed, S.B.- 1958 - Liming, - Adv. in Agr. Vol. 10 pág. 475 - 522.-
- 4.- Coleman, N.J., Thorup, J.J., and Jackson, W.A. -1960- Phosphate reactions that involve exchange Al. Soil Sci. 90,1 pág. 1 - 7.
- 5.- De Datto, S.K., Fax, R.L. and Sherman, G.D.-1963- Availability of fertilizer phosphorus in tatosols in Haway. - Agr. Jour. 55-4, pág. 311-313.
- 6.- Fassbender, H.W.-1969- Efecto del encalado en la mejor utilización de fertilizantes fosfatados en un andosol de Costa Rica.-Fitotecnica Lationamericana Vol. 6 Nº 1 pág. 115-126.
- 7.- Hsu Pa Ho -1965- Fixation of phosphate by aluminum and iron in acid soils. Soil Sci - 99-6, pág. 398-402.
- 8.- Hsu Pa Ho and Jackson, M.L. -1960- Inorganic phosphate transformation by chemical weathering in soils as influenced by pH. Soil Sci 90-1, pág. 16-24.
- 9.- Munns, D.W., 1965 - Soil acidity and growth of a legume I-Interactions of lime with nitrogen and phosphorus - on growth of medicago sativa and trifolium subterraneum. Austr. J. Agr. Res. 16 pág. 733-741.
- 10.- Munns, D.N.-1965- Soil acidity and growth of a legume II- Reaction of aluminum and phosphate in solution and effects of aluminum, phosphate, calcium and pH on medicago sativo and trifolium subterraneum in solution cult
- 11.- Munns, D.N. 1965 - Soil acidity and growth of a legume III-Interactions of lime and phosphate on growth of medicago sativa in relation to aluminum toxicity and phosphate fixation-Austr. J. Agr. 16 Res. 16 pág. 757-766.
- 12.- Proyecto Basalto -1969- Informe de los años 1968-69 - Facultad de Agronomía, Mimeógrafo.
- 13.- Parson, R.W. -1958- Liming and fertilizer efficiency. Agr. Jour 50 - 7 pá g. 356-362.
- 14.- Shelton, J.E. and Coleman, N.J.-1968- Inorganic phosphorus fractions and their relationship to residual value of large applications of phosphorus on high phosphorus fixing soils. Soil Sci: Soc. Amer. Proc. 32-1 - pág. 91-94.-

- 15.- Singh, R.N., Martens D,C., and Obenshain,S.S.-1966- Plant availability and form of residual phosphorus in Davison clay Loam. Soil Sci. Soc. Amer.Proc. 30 - 5, pág. 617-620.
- 16.- Sree Ramulu, U.S., Pratt, P.F. and Page A.L.-1967- Phosphorus fixation by soils in relation to extractable iron oxides and mineralogical composition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31-1, pág. 193-196.
- 17.- Thompson, L.M., Black, C.A. and Zoellner, J.A.-1954- Ocurrence and mineralization of organic phosphorus in soils, with particular reference to associations with nitrogen, carbon and pH. Soil Sci.77- pág. 185 - 196.-

----- oOo -----

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*