

**EVALUACION DE SEIS FUENTES DE FOSFORO  
EN NUEVE TIPOS DE SUELO**

**ELSA M. DE ZAMUZ  
JOSE L. CASTRO**



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOERGER"  
LA ESTANZUELA - COLONIA - URUGUAY**



*Impreso en el Ministerio de Agricultura y Pesca  
Dirección de Suelos y Fertilizantes  
Garzón 456  
Montevideo, República Oriental del Uruguay*

## EVALUACION DE SEIS FUENTES DE FOSFORO EN NUEVE TIPOS DE SUELO \*

Elsa M. de Zamuz  
José L. Castro \*\*

Depósito Legal No. 32.127

### RESUMEN ANALITICO

Se evaluaron 6 fuentes de fósforo: 4 fosforitas, harina de huesos y superfosfato, en 9 tipos de suelo en los cuales es posible la implantación de pasturas. Se realizó un ensayo macetero empleándose para cada fertilizante 3 dosis de aplicación 500, 1000 y 1500 mg por maceta que contenía 1200 g de suelo.

Se utilizaron como cultivos indicadores trébol rojo y maíz.

El análisis estadístico de los datos de fósforo absorbido permitió separar los suelos en 3 grupos:

Grupo 1	Suelos 4 a 9
Grupo 2	Suelos 1 y 3
Grupo 3	Suelo 2

Para los suelos del grupo 1 se ajustó una regresión cuadrática única por fertilizante con un intercepto común para todos ellos. En los otros dos grupos de suelos el ajuste fue lineal.

Se calculó dentro de cada grupo la eficiencia relativa de cada fertilizante respecto al hiperfosfato tomado como standard, por relación directa de las pendientes, considerándose en el grupo 1 solamente la parte lineal de la curva.

---

\* Recibido para su publicación en febrero de 1974

\*\* Técnicos del Proyecto Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas.

## INTRODUCCION

Las fosforitas han demostrado ser en la práctica una fuente eficiente de fosfato para las pasturas en muchos de los suelos uruguayos.

Sin embargo, las distintas rocas fosfáticas difieren ampliamente con respecto a la disponibilidad de fósforo para las plantas.

Es importante para decidir sobre importación y empleo de distintas fuentes de fosfato, conocer su eficiencia relativa en distintos suelos. Con este fin se instaló un ensayo en macetas en La Estanzuela, utilizando suelos en los que se esperaba, de acuerdo a la información experimental anterior, un buen comportamiento de las fosforitas.

Este tipo de ensayos permite evaluar cualitativamente las diferentes formas de fertilizante fosfatado con bastante precisión y ha sido extensamente utilizado.

### Antecedentes

En el país se han realizado varias evaluaciones de fuentes de fósforo, tanto en macetas, Reynaert y Carámbula (5), Carámbula (1) y Carámbula y Durán (2), como en experimentación a campo, Reynaert y Castro (6).

Reynaert y Carámbula (5) y Carámbula (1), incluyeron en sus ensayos de deficiencias nutritivas en suelos del país, tratamientos con superfosfato e hiperfosfato a un nivel común de aplicación en base a kilos de fertilizante. Los resultados de esta comparación fueron contradictorios en algunos suelos; así, Reynaert y Carámbula encontraron que los rendimientos con superfosfato fueron superiores a los de hiperfosfato. Sin embargo, Carámbula, en otra serie de experimentos, obtuvo para los mismos suelos rendimientos mayores para hiperfosfato que para superfosfato. Los resultados de Carámbula, si bien no presentan diferencias significativas entre los dos fertilizantes, muestran una tendencia a producir mayores rendimientos con hiperfosfato que con superfosfato, salvo en los suelos derivados de limos de Fray Bentos y en una pradera arenosa sobre Guichón en los cuales los rendimientos con superfosfato fueron significativamente mayores a los de hiperfosfato. Reynaert y Carámbula explican los resultados contradictorios en la eficiencia de hiperfosfato y superfosfato, por la duración del período de crecimiento de las plantas, ya que en todos los casos se observó un crecimiento inicial más vigoroso en las plantas fertilizadas con superfosfato. Es posible que haya influido más la forma de distribución del fertilizante en las macetas, ya que en algunos casos se lo colocó en forma de capa a 1 cm por debajo de las semillas, en otros se los incorporó mezclando con el primer centímetro de suelo y en otros se mezcló con todo el suelo de la maceta.

## SYNOPSIS

Six phosphorus sources were evaluated: 4 rock-phosphate, bone meal and superphosphate, in 9 soil types where pastures implantation is possible. A pot trial was carried out using 3 application doses per fertilizer: 500, 1000 and 1500 mg. per pot of 1200 g of soil.

Red clover and maize were used as indicator crops.

The statistical analysis of the data of absorbed phosphorus made possible separating the soils in 3 groups:

Group 1	Soils number 4 to 9
Group 2	Soils number 1 and 3
Group 3	Soil number 2

For the Group 1 a sole quadratic regression per fertilizer was adjusted with a common intercept for all of them. For the other two groups the adjustment was linear.

Within each group, the relative efficiency of each fertilizer to hyperphosphate which was taken as a standard, was calculated by means of the direct slope ratio; in Group 1, only the linear part of the curve was taken into account.

En el trabajo de Carámbula y Durán (2), se comparan los rendimientos obtenidos en un suelo sobre areniscas de Tacuarembó, con aplicaciones de 6 tipos de fosfatos: 3 fosforitas, superfosfato, escorias básicas y fosfato bicálcico. En este caso los rendimientos de las macetas fertilizadas con hiperfosfato no difieren significativamente de las fertilizadas con superfosfato, aún cuando las aplicaciones en este caso se hicieron en base a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

Los resultados de estos ensayos sugieren que la evaluación en maceta de fuentes tan diferentes como fosforitas y superfosfato puede ser altamente dependiente del método de aplicación y de la duración del período experimental. Estas limitaciones no parecen válidas cuando se evalúan fuentes similares de fósforo como distintas fosforitas o distintos fosfatos solubles entre sí.

En los ensayos comentados se evaluaron los fertilizantes a un solo nivel y esto no permite estimar la eficiencia relativa de las distintas fuentes comparadas, ya que los rendimientos relativos varían con el nivel de fósforo utilizado.

### MATERIALES Y METODOS

Los fertilizantes incluidos en este estudio fueron: Hiperfosfato, Trifos, fosfato de Florida del Norte, fosfato de Carolina del Norte, harina de huesos y superfosfato. Los fosfatos de Florida y Carolina del Norte no han sido utilizados en el país y se obtuvieron por importación experimental del Plan Agropecuario. Sus características se dan en los Cuadros Nos. 1 y 2

#### Cuadro No. 1 — Fosfato de Carolina del Norte

Procedencia : Estados Unidos. Lee Creek Miric, Texas Gulf Sulplar Co.

Análisis químico *	o/o
Fósforo total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30.7
Calcio total CaO	48.5
Sílice total SiO <sub>2</sub>	2.1
Azufre total S	1.0
Carbono total CO <sub>2</sub>	10.6
Fluor F	3.4
Humedad H <sub>2</sub> O	1.1

\* AOAC

#### Cuadro No. 2 — Fosfato de Florida del Norte

Procedencia: Estados Unidos. Swanee River Phosphate Occidental Chemical Co.

Análisis Químico *	o/o	
Fosfato total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	33.3	33.6
Calcio total CaO	47.0	47.4
Sílice total SiO <sub>2</sub>	3.05	5.5
Azufre total S	0.8	1.0
Carbono total CO <sub>2</sub>	3.3	3.5
Fluor F	3.6	3.7
Humedad H <sub>2</sub> O	1.75	2.5

\* AOAC

Estas fosforitas fueron molidas a mano en mortero hasta que el 100 o/o pasó la zaranda No. 120 (125 mesh). Se observó mayor dificultad en la molienda del fosfato de Florida.

Para los demás fertilizantes se utilizaron muestras comerciales de hiperfosfato en polvo, superfosfato en polvo y harina de huesos.

Los fertilizantes fueron evaluados en 9 suelos de diferentes características identificados en la siguiente forma:

Suelo	Descripción	pH en H <sub>2</sub> O
Suelo 1	Planosol de la zona Este	5,2
Suelo 2	Solonetz de la zona Este	8,5
Suelo 3	Pradera arenosa sobre areniscas de Tacuarembó	5,7
Suelo 4	Suelo negro sobre Basalto	5,7
Suelo 5	Regosol sobre Cristalino (gneiss)	5,4
Suelo 6	Pradera parda sobre Yaguarí	5,4
Suelo 7	Pradera negra sobre Frayle Muerto	5,8
Suelo 8	Grumosol gris sobre Frayle Muerto	5,2
Suelo 9	Pradera arenosa sobre Cretácico (Guichón)	5,2

Se dispusieron 1200 g de suelo en cada maceta de polietileno con platillo del mismo material desde donde se efectuaron los riegos manteniendo cada suelo a capacidad de campo.

Como cultivo indicador se utilizó trébol rojo pregerminando la semilla y transplantando a razón de 5 plantas por maceta.

#### Tratamientos

Se aplicó a todas las macetas un tratamiento fertilizante básico que incluía todos los nutrientes excepto fósforo.

Para cada fertilizante en cada suelo se utilizaron los siguientes tratamientos:

- 500 mg de fertilizante por maceta.
- 1000 mg de fertilizante por maceta.
- 1500 mg de fertilizante por maceta.

La dosis correspondiente a cada tratamiento fue incorporada al total de suelo por mezcla mecánica.

En cada suelo se incluyó un tratamiento control cuya única diferencia con los demás tratamientos fue el no agregado de fósforo.

#### Diseño Experimental

Los tratamientos se dispusieron en bloques completos al azar con 3 repeticiones de 171 macetas por bloque correspondientes a 9 suelos por 6 fuentes a 3 dosis más un testigo para cada suelo.

El ensayo fue sembrado el 23/7/71 realizándose 4 cortes a 25 cm de altura de planta, el último de los cuales se efectuó el 5/11/71. Después de cada corte se refertilizaban todas las macetas con nitrógeno y potasio. Se determinó el rendimiento en materia seca siguiendo la técnica de Mayland (4) y el fósforo absorbido según la técnica de Hutton y Nye (3), efectuándose la determinación de P según el método del vanado molibdato de amonio en medio nítrico.

### RESULTADOS

La implantación del trébol rojo en los suelos 1, 2 y 3 fue muy irregular. Por esta razón los valores de las determinaciones en materia seca y P absorbido no figuran en los Cuadros Nos. 3 y 4 para los suelos mencionados. En estos suelos se sembró maíz el 10/12/71 como cultivo indicador, efectuándose un solo corte el 12/1/72.

Los resultados de las mismas determinaciones en el maíz, aparecen en los Cuadros Nos. 5 y 6.

**Cuadro No. 3 – Rendimiento total expresado en materia seca gramos/maceta para los 4 cortes de trébol rojo.**

	Tratamientos *	SUELOS					
		4	5	6	7	8	9
Hiperfosfato	a	15.1	8.2	8.9	16.5	8.6	3.2
	b	18.2	13.1	12.1	16.0	14.9	6.5
	c	19.0	15.5	14.2	21.0	15.4	6.7
Trifós	a	12.9	6.4	6.8	13.0	10.8	3.6
	b	16.2	9.7	12.0	15.7	12.0	4.7
	c	18.1	9.9	13.2	18.6	14.4	4.9
F. Florida	a	11.5	5.4	6.8	11.0	8.6	2.4
	b	14.1	6.9	7.6	11.7	10.0	2.6
	c	15.5	7.1	6.6	14.0	10.1	3.1
F. Carolina	a	9.4	11.3	7.7	13.5	10.0	4.3
	b	10.9	14.5	7.9	17.4	13.3	5.7
	c	12.2	15.4	12.5	18.4	14.9	7.6
H.de huesos	a	7.2	7.1	6.9	13.5	8.4	2.2
	b	7.5	6.8		14.5	9.2	3.0
	c	9.0	9.0	8.5	13.4	10.5	3.2
Superfosfato	a	8.3	8.0	10.6	17.5	7.6	4.6
	b	11.1	14.8	11.5	22.3	12.6	5.4
	c	12.6	15.1	9.8	20.4	14.5	8.9
Testigo		0.9	2.8	2.6	8.7	4.0	0.2

**Cuadro No. 4 – Fósforo absorbido por el trébol rojo total de los cortes 2 y 3 en miligramos/maceta.**

	Tratamientos *	SUELOS					
		4	5	6	7	8	9
Hiperfosfato	a	24.73	11.45	12.17	24.78	12.88	5.21
	b	29.53	16.53	20.35	27.42	20.86	12.25
	c	28.63	23.88	14.98	36.97	19.50	11.81
Trifós	a	17.11	8.43	12.14	17.77	11.07	5.89
	b	26.73	12.71	12.95	24.59	14.31	7.47
	c	27.16	18.14	21.29	29.08	18.56	8.17
F. Florida	a	16.42	6.75	9.89	16.11	9.79	4.82
	b	20.74	9.98	7.90	18.80	12.50	5.32
	c	23.85	10.00	10.95	21.71	15.33	5.55
F. Carolina	a	20.24	16.37	12.50	20.63	13.00	7.73
	b	26.15	20.25	14.89	29.90	21.08	9.87
	c	31.92	22.38	19.65	27.62	21.03	12.23
H.de huesos	a	14.64	12.63	9.00	19.99	10.73	4.70
	b	18.32	11.06	10.29	21.43	12.32	6.40
	c	18.56	12.16	7.81	19.69	12.47	5.75
Superfosfato	a	18.85	7.69	13.63	24.73	8.61	5.30
	b	26.92	17.69	18.32	26.37	15.04	10.16
	c	29.62	23.74	14.47	26.76	18.94	11.39
Testigo		6.20	3.24	4.00	8.81	5.06	0.35

- \* a 500 mg por maceta
- b 1000 mg por maceta
- c 1500 mg por maceta

**Cuadro No. 5 – Rendimiento en materia seca gramos/maceta del maíz.**

	Tratamientos *	SUELOS		
		1	2	3
Hiperfosfato	a	4.0	2.8	3.3
	b	6.8	3.9	6.5
	c	7.8	3.8	7.2
Trifós	a	4.0	2.1	2.2
	b	4.7	3.0	4.4
	c	6.2	2.7	4.8
F. Florida	a	2.8	1.8	3.1
	b	4.7	1.6	3.5
	c	5.9	1.9	5.2
F. Carolina	a	3.4	3.5	3.6
	b	7.8	5.7	6.6
	c	6.0	4.9	9.5
H. de huesos	a	3.2	4.1	4.0
	b	5.6	5.1	5.3
	c	7.8	6.2	7.5
Superfosfato	a	2.4	3.5	2.4
	b	4.7	4.5	4.9
	c	6.5	6.4	6.9
Testigo		1.2	1.6	1.0

**Cuadro No. 6 – Fósforo absorbido en miligramos/maceta por el maíz.**

	Tratamientos *	SUELOS		
		1	2	3
Hiperfosfato	a	8.16	4.30	6.49
	b	11.97	5.72	16.42
	c	16.76	6.32	22.43
Trifós	a	8.16	3.85	4.71
	b	8.28	4.96	9.81
	c	13.96	5.62	12.76
F. Florida	a	6.06	3.55	7.59
	b	10.53	2.96	10.57
	c	11.58	3.26	12.71
F. Carolina	a	6.55	6.16	10.33
	b	19.15	11.12	17.36
	c	13.39	8.13	21.19
H. de huesos	a	6.64	8.01	8.96
	b	10.98	8.43	11.92
	c	16.09	12.05	25.51
Superfosfato	a	4.98	6.82	4.78
	b	9.24	12.79	12.99
	c	12.08	21.96	16.12
Testigo		1.67	2.84	1.74

\* a 500 mg por maceta  
 b 1000 mg por maceta  
 c 1500 mg por maceta

Se realizó el análisis de variancia de los datos de P absorbido por el trébol rojo para los suelos 4 a 9. Fue analizado como factorial, estudiándose los efectos: suelos, fertilizantes y dosis, las interacciones simples: suelos por fertilizantes, suelos por dosis y fertilizantes por dosis y la interacción triple: suelos por fertilizantes por dosis. Tomando como error el cuadrado medio de la interacción triple resultaron significativos los efectos suelos, fertilizantes, dosis y la interacción fertilizantes por dosis. No fueron significativas las interacciones suelos por fertilizante ni suelos por dosis (Cuadro No. 7).

**Cuadro No. 7 – Análisis de variancia de P absorbido, 2do. y 3er. corte, suelos 4 a 9.**

	G.L.	C.M.	Fc
Suelo	5	706.71	149.75**
Fertilizante	5	177.37	37.58**
Dosis	2	332.75	70.50**
Suelo x Fertiliz.	25	5.88	1.25 <sup>N.S.</sup>
Suelo x Dosis	10	7.13	1.51 <sup>N.S.</sup>
Fert x Dosis	10	14.94	3.16**
S. x F. x D.	50	4.72	
Testigo x Fact.	1	783.35	165.99
Testigo	5	8.10	1.72

\*\* Significativo al nivel 1 o/o

N.S. No significativo

Por esta razón se calculó, de acuerdo al procedimiento utilizado por White et al. (7), una regresión cuadrática única por fertilizante para los 6 suelos con un intercepto ( $\alpha$ ) común para todos ellos, según el modelo siguiente:

$$Y = \alpha + \beta x - z x^2$$

donde, Y = P absorbido en mg/maceta,  
 $\beta$  = coeficiente lineal  
 x = fertilizante agregado en mg/maceta,  
 z = coeficiente cuadrático

Las regresiones para cada fertilizante para los suelos 4 a 9 pueden verse en el Cuadro No. 8.

**Cuadro No. 8 – Regresión cuadrática ajustada por fertilizante para los suelos 4 a 9.**

Hiperfosfato	Y = 5,0909 + 12.3186 x - 2,1555 x <sup>2</sup>
Trifós	Y = 5,0909 + 7,4296 x - 0,7882 x <sup>2</sup>
F. Florida	Y = 5,0909 + 5,8781 x - 0,9293 x <sup>2</sup>
F. Carolina	Y = 5,0909 + 11,7365 x - 1,9903 x <sup>2</sup>
Superfosfato	Y = 5,0909 + 9,9294 x - 1,5500 x <sup>2</sup>
H. de huesos	Y = 5,0909 + 8,193 x - 1,9024 x <sup>2</sup>

Esto permite estimar, teniendo en cuenta la parte lineal de la curva (dosis a y b), la eficiencia relativa ( $\lambda$ ) de cada fertilizante respecto a uno de ellos tomado como standard, por relación directa entre las pendientes caracterizadas por los coeficientes  $\beta$ .

Los  $\lambda$  estimados según este procedimiento, aparecen en el Cuadro No. 9, habiéndose tomado el hiperfosfato como fertilizante standard.

**Cuadro No. 9 – Eficiencia relativa de los fertilizantes con respecto a hiperfosfato ( $\lambda = 1$ ) para los suelos 4 a 9.**

Fertilizante	Eficiencia relativa
Trifós	0,60
F. Florida	0,48
F. Carolina	0,95
Superfosfato	0,81
H. de huesos	0,66

Para probar la eficacia del modelo empleado se hizo el análisis de la regresión cuyo resultado aparece en el Cuadro No. 10.

**Cuadro No. 10 – Análisis de variancia del P absorbido por el trébol rojo para probar el modelo propuesto.**

	G.L.	C.M.	F.c
Tratamientos	18	23.01	4.88 **
Regresión	9	45.76	9.48 **
Desviaciones	9	0.25	< 1
Error	50	4.72	

\*\* Significativo al nivel 1 %  $R^2 = 0.994$

Los resultados de este análisis y el valor del  $R^2$  indican que el modelo es adecuado.

Para los suelos 1, 2 y 3 se analizaron los datos de P absorbido por las plantas de maíz en la misma forma que para el trébol rojo, considerándose los mismos efectos suelos, fertilizantes y dosis, las interacciones suelos por fertilizante, suelos por dosis y fertilizantes por dosis, así como la interacción triple suelo por fertilizante por dosis. En este caso la interacción suelo por fertilizante fue significativa, por lo cual no pudo calcularse una regresión común para los 3 suelos. Se repitió el análisis para los suelos 1 y 3 y su resultado indicó la posibilidad de calcular una regresión común para estos 2 suelos. El ajuste en este caso fue lineal con un  $\alpha$  común

de 2,349. Los valores de eficiencia relativa para cada fertilizante respecto al hiperfosfato, figuran en el Cuadro No. 11.

**Cuadro No. 11 – Eficiencia relativa de cada fertilizante con respecto a hiperfosfato en los suelos 1 y 3.**

Fertilizante	Eficiencia relativa
Trifós	0,63
F. Florida	0,62
F. Carolina	1,03
Superfosfato	0,69
H. de huesos	0,98

El ajuste del modelo lineal fue bueno de acuerdo a los resultados del análisis de la regresión con un  $R^2$  igual a 0,93

Para el suelo 2, es decir el Solonetz de la zona Este, se ajustó también el modelo lineal con un  $\alpha = 3,278$  y los valores de eficiencia se detallan en el Cuadro No. 12.

**Cuadro No. 12 – Eficiencia relativa de cada fertilizante para el suelo 2.**

Fertilizante	Eficiencia relativa
Trifós	0,73
F. Florida	0,03
F. Carolina	2,20
Superfosfato	5,25
H. de huesos	2,75

El análisis de la regresión y un  $R^2 = 0,94$ , indican que el modelo es consistente con los datos experimentales.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

De acuerdo a estos resultados las buenas fosforitas pueden ser una fuente eficiente de fósforo para las plantas, aún en períodos cortos. La eficiencia relativa con respecto al superfosfato es sin embargo, muy dependiente de las condiciones experimentales. Reynaert y Carámbula (5), encuentran para el mismo suelo, resultados distintos cuando mezclan el fertilizante con el suelo que cuando lo aplican en una capa.

Reynaert y Castro (6) evaluaron en ensayos de campo, la eficiencia relativa del hiperfosfato con respecto al superfosfato en varios tipos de suelos, algunos de los cuales coinciden con los empleados en este experimento. Transformando sus valores, que estaban expresados en eficiencia de fósforo total de hiperfosfato con respecto a superfosfato, a los utilizados en este experimento, se llega a una eficiencia promedio de 0,85 muy similar a la que se muestra en el Cuadro No. 9 para los mismos suelos.

Es posible entonces que el método de mezclado del suelo dé resultados similares a los de la preparación para una siembra convencional en la que se hace una labor de rastra de discos después de aplicar el fertilizante.

La comparación entre fosforitas debe ser bastante independiente del método de aplicación, ya que su valor agronómico relativo tiene que estar directamente relacionado con su capacidad de suministrar fósforo en condiciones controladas de invernáculo, cualquiera sea el método de aplicación.

La eficiencia relativa encontrada para las distintas fosforitas es similar para los suelos 1 y 3 (Cuadro No. 11) y 4 a 9 (Cuadro No. 9), colocándose en el siguiente orden:

Hiperfosfato - F.Carolina > Trifos ≥ F.Florida

La eficiencia calculada para el superfosfato y la harina de huesos resultó mucho menor para el superfosfato y mayor para la harina de huesos en los suelos 1 y 3. Estas diferencias se deben probablemente más al período de contacto del fertilizan-

te con el suelo que a diferencias en el suelo. Esto confirma la necesidad de la aplicación temprana de la harina de huesos. Este fertilizante puede ser una excelente fuente de fósforo, si se aplica con bastante anterioridad a la siembra. En ensayos de fertilización de pasturas realizados en la zona Este del país, se notó un desarrollo inicial más lento en las parcelas fertilizadas con harina de huesos en otoño, pero en la primavera sus rendimientos fueron similares a los de las parcelas fertilizadas con superfosfato \*

En el suelo 2 los rendimientos con fósforo absorbido fueron mucho menores que los demás. En estos suelos el superfosfato resultó varias veces superior a las demás fuentes.

La fosforita de Carolina del Norte aparece con una eficiencia muy similar a la del Hiperfosfato, a pesar de que la molienda de esta fosforita se hizo en el laboratorio para pasar la zaranda No. 120, por lo que su importación para la fertilización de pasturas puede ser interesante.

---

\* VIDIELLA, J.C. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", 1973. Comunicación personal.



## BIBLIOGRAFIA

1. CARAMBULA, M. Deficiencia en suelos. Anuario de la Sociedad Mejoramiento de Praderas 6: 91-102. 1962.
2. ————— y DURAN, A. Respuesta del *Trifolium subterraneum* a diferentes fertilizantes fosfatados en una pradera arenosa sobre areniscas de Tacuarembó. Paysandú, Facultad de Agronomía, Estación Experimental "Dr. Mario Cassinoni" Boletín No. 4. 1964. pp. 8-11.
3. HUTTON, R.G. y NYE, P.H. The rapid determination of the major nutrient elements in plants, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 9(1): 7-14.
4. MAYLAND, H.F. Effect of drynig methods on losses of carbon, nitrogen and dry matter from alfalfa. *Agronomy Journal*. 60 (6): 658-659. 1968
5. REYNAERT, E.E. y CARAMBULA, M. Estudios sobre deficiencias en elementos nutritivos en algunos suelos, por medio de ensayos en macetas. Anuario de la Sociedad Mejoramiento de Praderas 5: 59-75. 1961.
6. ————— y CASTRO, J.L. Eficiencia relativa de 3 fertilizantes fosfatados en la fertilización inicial de pasturas. La Estanzuela, Uruguay, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Boletín Técnico No. 7. 1968. 24 p.
7. WHITE, R.F. et al. Fertilizer Evaluation: II. Estimation of availability coefficients. *Soil Science Society of American Proceedings* 20 (2): 179-186. 1956.

**Se agradece a AGROMAX S.A.  
la financiación de esta publicación.**