

EFECTO RESIDUAL DE DOS ROCAS FOSFORICAS PURAS Y PARCIALMENTE ACIDULADAS, COMPARADAS CON SFT, SOBRE LA APROVECHABILIDAD DEL P POR *Panicum maximum* L., EN UN OXISOL DE LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Doris Alejo M.*
Hernando Restrepo P.**

COMPENDIO

***Panicum maximum* L.** se sembró, en condiciones de invernadero, en un Oxisol de los Llanos Orientales de Colombia, 18 meses después de la aplicación de las fuentes (rocas fosfóricas de Pesca-Colombia y Sechura-Perú crudas y aciduladas al 20 o/o con H_3PO_4), en dosis de 25, 50 y 100 ppm de P. La roca fosfórica Sechura cruda y parcialmente acidulada junto con SFT, tuvieron el mejor efecto residual sobre el rendimiento y captación de P y mantuvieron los más altos niveles de P asimilable en el suelo al final del ensayo. Con las dosis superiores se obtuvo un nivel más alto de P asimilable en el suelo y mayor absorción de P por la planta.

ABSTRACT

In order to study the residual effect of the Pesca (Colombia) and Sechura (Perú) phosphate rocks, both crude and acidulated in 20 o/o by H_3PO_4 , comparatively with SFT, ***Panicum maximum* L.** was planted under glasshouse conditions, in an Oxisol from the Eastern plains of Colombia, 18 months after sources application, with rates of 25, 50 and 100 ppm of P. Crude and partially acidulated Sechura phosphate rock, together with TSP, had the best residual effect on yield and P absorption and had the highest available P levels in the soil at the end of the trial. The highest available P level in the soil and P uptake by the plant was obtained with higher P rates.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

1. INTRODUCCION

La búsqueda de alternativas que permitan el aprovechamiento de grandes extensiones de oxisoles y ultisoles de Latinoamérica, se presenta como una salida de mucho futuro, ya que son suelos considerados potencialmente productivos para su uso agropecuario. En Colombia, tales suelos se encuentran en gran proporción en los Llanos Orientales y a pesar de su baja fertilidad, poseen muy buenas propiedades físicas (Fenster y León, 3).

Los problemas de deficiencia de fósforo y fijación del mismo por concentraciones relativamente altas de formas reactivas de Fe y Al en dichos suelos, hacen que se convierta en un factor limitante para los cultivos y por consiguiente, es necesario buscar fuentes de P que sean altamente estables en el suelo.

El uso de rocas fosfóricas como fuente de P para la producción de cultivos en los suelos mencionados parece ser eficiente, debido no sólo a que su efecto residual es generalmente mayor que el de las fuentes de P solubles, sino que al ser obtenidas de minas relativamente cercanas a los sitios de consumo, los gastos se reducirían a los correspondientes a la energía necesaria para su transformación mediante una adecuada molienda, permitiendo obtener márgenes de ganancia apreciables, en comparación con las que se obtendrían con el uso de superfosfatos simple o triple (León, 4; Sanchez y Salinas, 6).

A pesar de los pocos ensayos realizados, se ha reconocido que el valor de las rocas como fertilizante no se puede evaluar con los resultados de un ensayo a corto plazo, pues su efecto residual parece ser mayor que el de un fosfato más soluble (Fenster y León, 3). De allí la necesidad de realizar el presente trabajo, para el cual se plantearon los siguientes objetivos: estudiar el efecto residual de las rocas fosfóricas de Sechura (Perú) y Pesca (Colombia), crudas y aciduladas 20 o/o con H_3PO_4 , en un oxisol de Carimagua, utilizando como planta indicadora el *Panicum maximum* CIAT-604, y comparar el efecto residual de las dos rocas con el superfosfato triple.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

El trabajo se desarrolló entre mayo y noviembre de 1983 en condiciones de invernadero, utilizando como planta indicadora el pasto Guinea (*Panicum maximum* L. CIAT-604) en una muestra de suelo tomada de un lote experimental de Carimagua al cual se le habían aplicado las fuentes de P 18 meses antes (Llano y Restrepo, 5).

El factor fuentes de P se había estudiado en 5 modalidades: superfosfato triple (46 o/o de P_2O_5), rocas fosfóricas de Sechura y Pesca aciduladas al 20 o/o con H_3PO_4 (44.66 y 27.48 o/o) y sin acidular (26.79 y 17.76 o/o de P_2O_5). Los niveles habían sido de 25,50 y 100 ppm. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con 16 tratamientos y 5 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un pote que contenía 1490 g de suelo. El primer corte se efectuó a los 40 días después del trasplante (10 cm) y los tres cortes restantes cada 30 días.

Las variables de respuesta cuantificadas fueron peso seco, captación de P por la planta y fósforo en el suelo (Bray I y Bray II). Se efectuaron análisis de varianza para determinar el efecto de los diferentes factores estudiados (fuentes y niveles de P).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Rendimiento de Panicum maximum L.

En el primer corte el superfosfato triple, la roca fosfórica Sechura cruda y la acidulada tuvieron un efecto significativamente superior sobre el rendimiento de la planta, con respecto a la roca fosfórica Pesca acidulada y sin acidular, cuya efectividad fue similar (Cuadro 1, Figura 1). En el 2o, 3o. y 4o. cortes todas las fuentes y niveles tuvieron el mismo efecto sobre el rendimiento de la planta.

Probablemente el volumen del pote restringió el desarrollo de *P. maximum* cuando se utilizaron las rocas fosfóricas Sechura cruda y acidulada y el superfosfato triple, con los cuales se estimula una apreciable proliferación de raíces. Mediante el uso de roca fosfórica Pesca cruda y acidulada, el rendimiento de las plantas pareció igualar al obtenido con las fuentes anteriormente mencionadas.

El testigo igualó, en el cuarto corte, la producción de materia seca, posiblemente por que como la planta tolera bajos niveles de P, al no aplicarlo su desarrollo fue lento, sin encontrar limitante en el pote.

En el ensayo donde se estudiaron los efectos iniciales de las mismas fuentes de P, la roca fosfórica Pesca acidulada fue la más efectiva (Llano y Restrepo, 5), sin embargo, la parte de P asimilable se agotó paulatinamente, de modo que en el presente ensayo, dicha fuente mostró poca efectividad, al menos en el primer corte.

La roca fosfórica Sechura tuvo buen efecto residual sobre el rendimiento de la planta, a pesar de que su efecto inicial no fue tan bueno, posible-

Rendimiento en materia seca (g/pote) en los cuatro cortes de *Panicum maximum*

Fuente	Dosis	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Cuarto corte	
		\bar{X} trat.	\bar{X} fuente	\bar{X} trat.	\bar{X} fuente	\bar{X} trat.	\bar{X} fuente	\bar{X} trat.	\bar{X} fuente
SFT	25	0.768		1.29		1.46		1.17	
SFT	50	1.034		1.50		1.45		1.30	
SFT	100	1.594		1.28		1.43		1.43	
			1.13		1.36		1.45		1.30
RFS	25	0.478		1.49		1.55		1.37	
RFS	50	0.848		1.79		1.64		1.39	
RFS	100	1.526		1.41		1.37		1.24	
			0.95		1.56		1.52		1.33
RFP	25	0.532		1.54		1.62		1.36	
RFP	50	0.194		1.44		1.45		1.27	
RFP	100	0.770		1.31		1.23		1.14	
			0.49		1.43		1.43		1.26
RFSA	25	0.492		1.33		1.44		1.19	
RFSA	50	0.928		1.21		1.32		1.19	
RFSA	100	1.304		1.88		1.52		1.43	
			0.91		1.47		1.43		1.27
RFPA	25	0.670		1.56		1.57		1.31	
RFPA	50	0.344		1.82		1.72		1.47	
RFPA	100	0.744		1.81		1.54		1.42	
			0.59		1.73		1.61		1.40
T estigo		0.026		0.71		1.17		1.17	

SFT = Superfosfato triple

RFS = Roca fosfórica Sechura

RFP = Roca fosfórica Pesca

RFSA = Roca fosfórica Sechura acidulada

RFPA = Roca fosfórica Pesca acidulada

- SFT
- ◻ R F
- △ R F
- ◻ R F
- R F
- Sechura
- Pesca
- Sechura Acid
- Pesca Acid

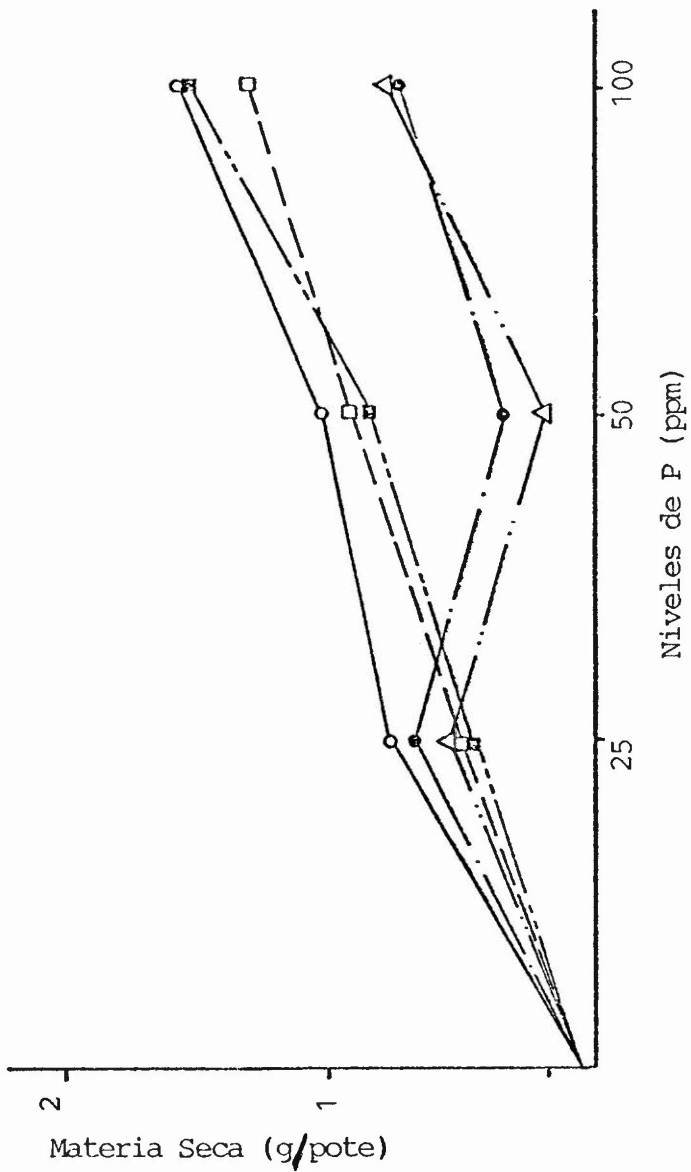


Fig. 1. Efecto de las fuentes y dosis de P sobre el rendimiento de *Panicum maximum* L. Primer corte.

mente porque necesite más tiempo para liberar el P asimilable.

En general la roca fosfórica Sechura acidulada y el superfosfato triple mostraron buen efecto residual sobre el rendimiento de *P. maximum*, debido a su alto contenido de P_2O_5 . También se debe tener en cuenta que solo una pequeña parte (10 - 20 o/o) del P del superfosfato, lo recuperan los cultivos durante el primer año, mientras que el resto es fijado, haciéndose lentamente disponible (Awan et al, 1; Doll et al, 2). Por otro lado, la roca fosfórica Sechura acidulada es una fuente de alta reactividad y quizás tenga un comportamiento similar al superfosfato triple.

La roca fosfórica Pesca cruda fue la fuente de menor efecto residual sobre el rendimiento.

Respecto a los niveles de P, solamente hubo diferencias significativas en el primer corte (Figura 1), en el cual la aplicación de 100 ppm de P fue superior a las dosis de 25 y 50 ppm, entre las cuales no hubo diferencias apreciables en el rendimiento.

3.2. Captación de P por *Panicum maximum* L.

Mediante el uso de SFT, la planta absorbió grandes cantidades de P a través de los cuatro cortes, sin presentar diferencias significativas en el primer corte con roca fosfórica Sechura acidulada, ni en el tercer corte con rocas fosfóricas Sechura y Pesca aciduladas. En el segundo corte no hubo diferencias significativas entre fuentes; sin embargo, la roca fosfórica Sechura cruda se comportó mejor que la acidulada, mientras que la roca Pesca acidulada superó a la cruda. En el cuarto corte no se registraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2).

La roca fosfórica Sechura cruda y acidulada y el SFT mantuvieron alta efectividad a lo largo de los cuatro cortes, mostrando buena residualidad (Figura 2).

No se observaron diferencias apreciables con la acidulación de rocas fosfóricas debido a que es una roca de alta efectividad; inclusive al acidular parece ocurrir una ligera disminución en el rendimiento, posiblemente debido a que se forma suficiente H_3PO_4 como para activar Al y Fe, los cuales fijan al P.

Por el contrario, la roca fosfórica Pesca, debido a su baja reactividad, posiblemente necesita más tiempo para liberar al P asimilable y su acidulación, aunque no muestra un efecto residual tan alto como el obtenido con otras fuentes, supera ampliamente a la forma cruda de la roca.

Efecto de los tratamientos sobre la captación de P (mg/pote) por *Panicum maximum*

Fuente	Dosis	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte		Cuarto corte	
		X trat.	X fuente	X trat.	X fuente	X trat.	X fuente	X trat.	X fuente
SFT	25	0.90		1.77		1.87		1.37	
SFT	50	1.38		2.19		2.11		1.47	
SFT	100	2.19		2.54		2.58		2.16	
RFS	25	0.67	1.49	1.52	2.16	1.81	2.19	1.51	1.66
RFS	50	1.22		2.24		2.07		1.70	
RFS	100	1.97		3.16		2.29		1.90	
RFP	25	0.55	1.28	1.58	2.30	1.71	2.05	1.42	1.70
RFP	50	0.31		1.35		1.72		1.43	
RFP	100	1.13		2.13		1.86		1.77	
RFSA	25	0.82	0.66	1.43	1.68	1.45	1.76	1.35	1.54
RFSA	50	1.28		1.89		1.82		1.42	
RFSA	100	3.03		3.36		2.37		1.93	
RFPA	25	0.90	1.71	1.78	2.22	1.68	1.88	1.31	1.56
RFPA	50	0.49		1.98		2.11		1.50	
RFPA	100	1.62		2.32		2.19		1.74	
Testigo		0.03	1.00	0.70	2.03	1.15	1.99	0.94	1.52

SFT
 R F Sechura
 R F Pesca
 R F Sechura Acid
 R F Pesca Acid
 Testigo

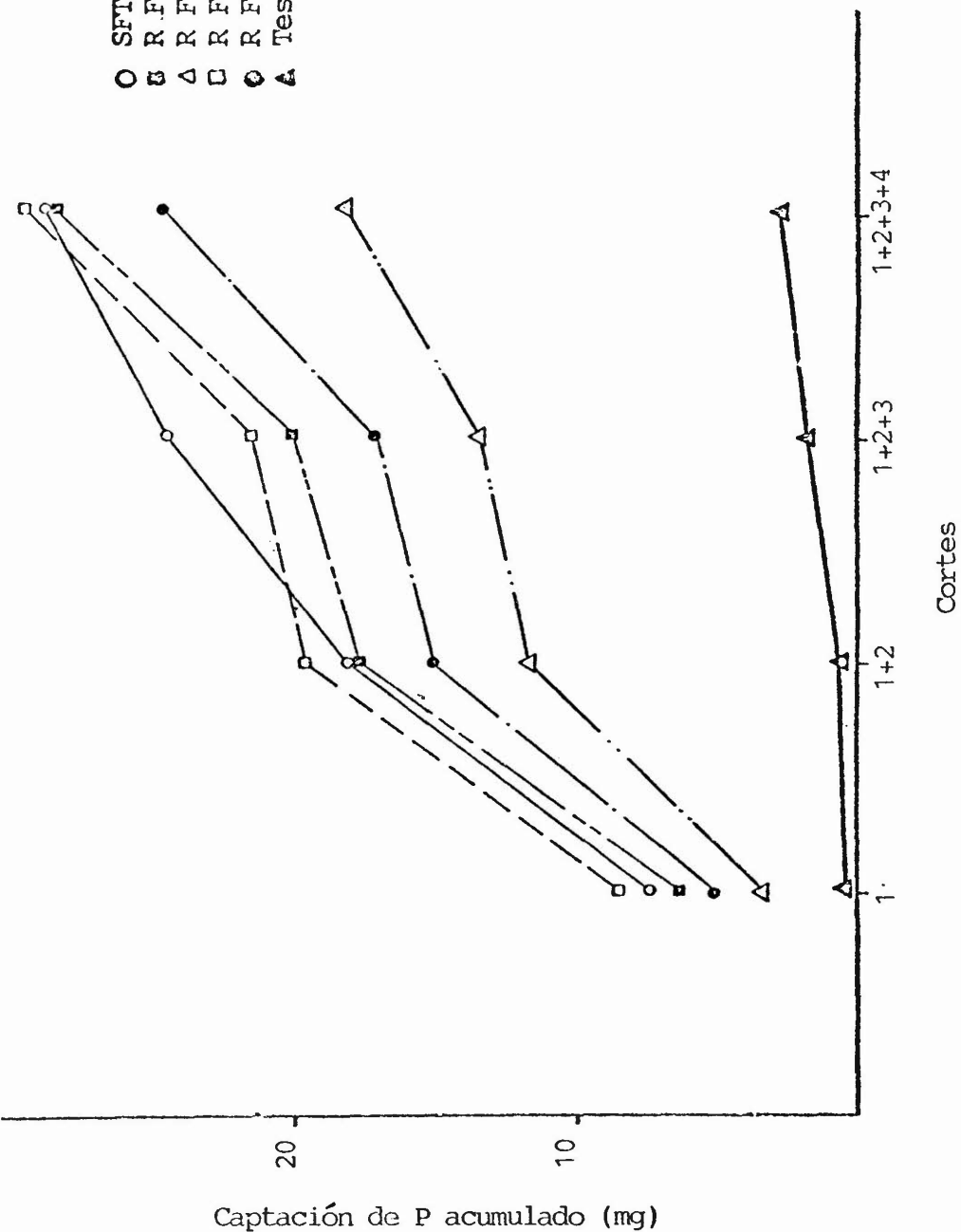


Fig. 2. Captación de P por Panicum maximum acumulado de cuatro cortes

3.3. Relaciones entre el P en el suelo, la toma de P y la producción en materia seca por Panicum maximum.

Según el método Bray I, las rocas fosfóricas Sechura cruda y acidulada proporcionaron mayor cantidad de P asimilable al suelo al final del ensayo. Las rocas fosfóricas de Pesca cruda y acidulada no mostraron diferencias significativas entre sí y fueron las fuentes que menor cantidad de P asimilable aportaron al suelo, aunque superaron ampliamente al testigo (Figura 3).

Entre las dosis aplicadas se registraron diferencias significativas, comportándose mejor los niveles altos de P.

Los tratamientos que aportaron mayor cantidad de P asimilable al suelo, tanto en el primer ensayo como en el segundo, fueron roca fosfórica Sechura cruda a las dosis media y alta y la dosis 100 ppm de P cuando se emplearon roca fosfórica Sechura acidulada, superfosfato triple y roca fosfórica Pesca (Cuadro 3).

Según el método Bray II, la roca fosfórica Pesca fue la fuente que mayor cantidad de P asimilable dejó en el suelo al final del ensayo (Cuadro 4), sin embargo esto no se correlacionó con los resultados obtenidos en rendimiento y captación de P, debido a que este método emplea mayor concentración del ácido extractor, de modo que disuelve P apatítico que no es disponible para la planta.

En general, mediante el uso de 100 ppm de P, se alcanzó mayor nivel de P asimilable al final del ensayo, aunque este tendió a disminuir con respecto al P que había al comenzar el presente trabajo. Con las dosis de 25 y 50 ppm el nivel de P tendió a mantenerse y aún a aumentar, siendo más marcado el efecto cuando se empleó la dosis más baja de roca fosfórica Pesca cruda y acidulada.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. En el primer corte, las fuentes que mejor efecto tuvieron sobre el rendimiento fueron SFT, RFS cruda y acidulada.
- 4.2. A partir del segundo corte, no hubo diferencias en rendimiento entre fuentes ni entre dosis de P.
- 4.3. A excepción de RFP, todas las demás fuentes fosfóricas permitieron buena captación de P por la planta.

P₁ = P en el suelo original
 P₂ = P al final del primer ensayo
 P₃ = P al final del presente ensayo

○ SFT
 ■ R F Sechura
 △ R F Pesca
 □ R F Sechura Acid
 ● R F Pesca Acid
 ▲ Testigo

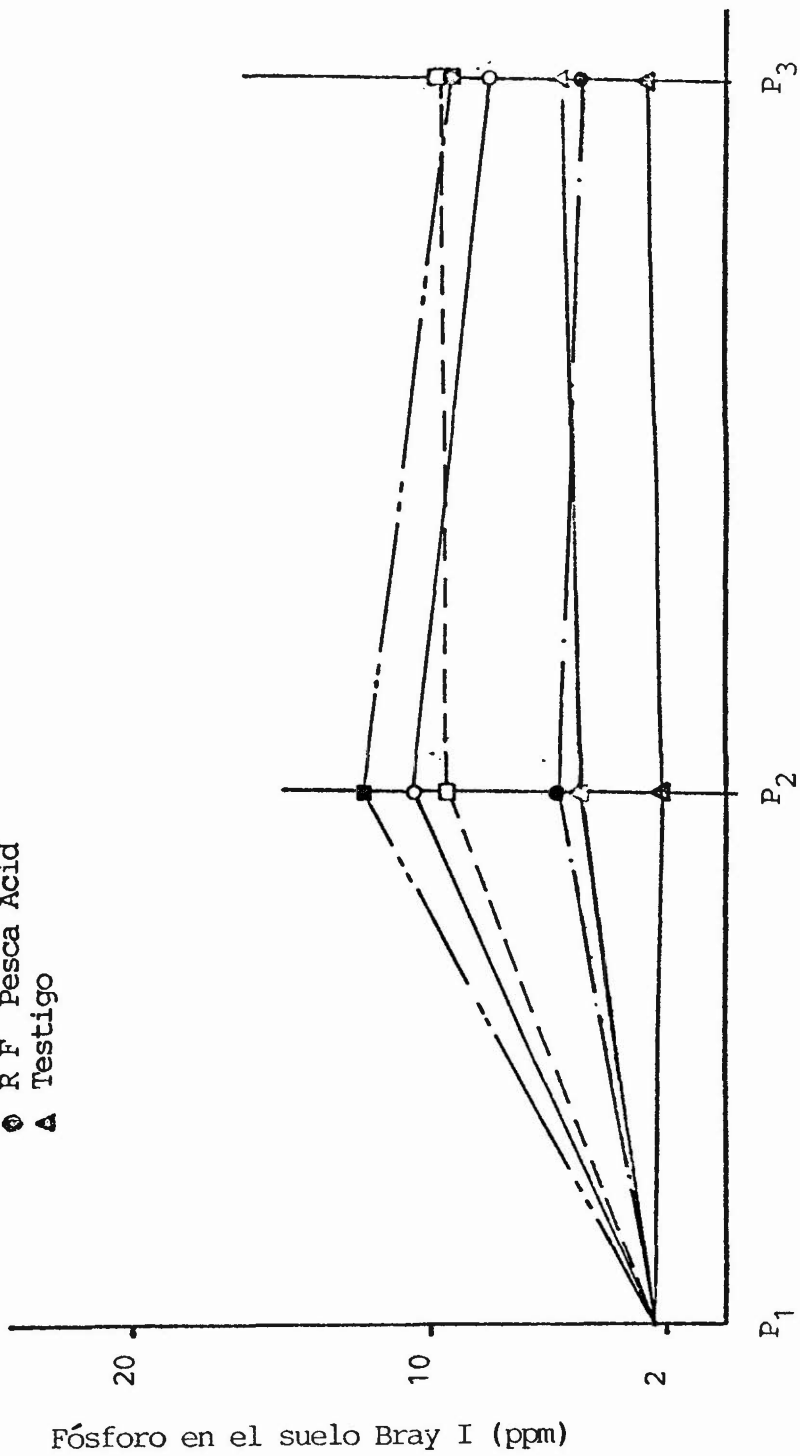


Fig. 3. Fósforo residual (Bray I) a través de los dos ensayos.

Cuadro 3

P (Bray I) residual en cada ensayo y porcentaje de P al final del segundo ensayo

Fuente de P	Dosis	Fósforo residual (Bray I)		P(o/o) al final de P ₃ **
		1er ensayo (P ₂)*	2o. ensayo (P ₃)	
SFT	25	5.04	4.08	80.95
SFT	50	9.54	6.88	72.11
SFT	100	17.43	13.01	74.64
RFS	25	4.89	4.44	90.79
RFS	50	9.96	8.01	80.42
RFS	100	21.94	15.57	70.96
RFP	25	3.57	4.38	122.68
RFP	50	4.82	4.44	92.11
RFP	100	8.71	7.48	85.87
RFSA	25	4.57	5.24	114.66
RFSA	50	7.37	6.78	91.99
RFSA	100	16.71	16.89	101.07
RFPA	25	3.83	5.10	133.15
RFPA	50	4.51	3.34	74.05
RFPA	100	8.78	6.27	71.41
Testigo		1.98	2.67	134.84

* Fuente: Llano y Restrepo (5).

** Calculado con base en los resultados del primer ensayo.

P (Bray II) residual en cada ensayo y porcentaje de P al final del segundo ensayo

Fuente de P	Dosis	Fósforo residual (Bray II)		P (o/o) al final de P ₃
		1er ensayo (P ₂)*	2o. ensayo (P ₃)	
SFT	25	7.66	5.67	74.02
SFT	50	11.93	10.59	13.57
SFT	100	22.09	19.15	86.69
RFS	25	7.49	7.27	97.06
RFS	50	15.26	9.84	64.48
RFS	100	32.01	25.61	80.00
RFP	25	8.42	18.85	223.87
RFP	50	13.85	10.74	77.54
RFP	100	29.47	30.80	95.68
RFSA	25	7.12	6.44	90.44
RFSA	50	12.68	10.18	80.28
RFSA	100	25.36	23.26	91.71
RFPA	25	5.33	6.21	116.51
RFPA	50	8.82	9.04	102.49
RFPA	100	15.07	13.01	86.33
Testigo		3.60	3.19	88.61

Fuente: Llano y Restrepo (5).

- 4.4. Con RFS, RFSA y SFT se obtuvo mayor captación de P por **Panicum maximum**. Las mismas fuentes aportaron mayor cantidad de P residual asimilable (Bray I), dos años después de su aplicación.
- 4.5. Mediante la aplicación de las dosis más altas se aportó más P asimilable al suelo, permitiendo así mayor absorción de P por **P. maximum**.
- 4.6. Las rocas fosfóricas **Sechura cruda** y acidulada, aplicadas en dosis de 100 ppm de P, tuvieron mayor efecto residual sobre la producción de materia seca y la captación de P por **P. maximum**, al mismo tiempo que dejaron mayor proporción de P asimilable (Bray I), al final del ensayo.
- 4.7. La determinación del P por el método Bray II parece no ser muy confiable en este caso, debido a que los ácidos utilizados son muy concentrados, extrayendo P de la fracción apatítica que no es asimilable por la planta.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AWAN, A. B.; RECIO, H.; BERRAYARZA, R. Estudio comparativo de roca fosfatada y superfosfato triple como fuente de fósforo para los cultivos. *Agricultura de Cuba*. v. 4, n. 1. p. 55 -61. 1971.
2. DOLL, E. C.; MILLER, H. F.; FREEMAN, J. F. Initial and residual effects of rock phosphate and superphosphate. *Agron. J.* v. 52, n. 5. p. 247- 250. 1960.
3. FENSTER, W. E.; LEON, L. A. Utilización of phosphate rock in tropical soils of Latin America; a research proposal, Cali, IFDC/CIAT, 1978. 49 p.
4. LEON, L. A. El uso de rocas fosfóricas en suelos ácidos del trópico americano. En: Fertilidad de suelos; diagnóstico y control. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1980. pp. 359- 397.
5. LLANO, G. A.; RESTREPO P, H. Efecto en condiciones de invernadero de dos rocas fosfóricas aciduladas 20 o/o con H_3PO_4 sobre **Stylosanthes capitata** Vog., establecido en un oxisol de los Llanos Orientales de Colombia. *Acta Agronómica (Colombia)* v. 34, n. 1, p. 39-46. 1984.
6. SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Suelos ácidos; estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1983. 93 p.