

POTENCIAL AGRONÓMICO Y EFICIENCIA AGRONÓMICA DE ROCAS FOSFÓRICAS DE DIFERENTE COMPOSICIÓN MINERALÓGICA BAJO DOS ESPECIES FORRAJERAS

Maria J. Pérez¹ y T. Jot Smyth²

¹Recursos Agroecológicos, INIA-CENIAP, Apdo. Postal 4669, Maracay 2101-A, Aragua, Venezuela, mjperez@inia.gov.ve. ²Department of Soil Science, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7619, jot_smyth@ncsu.edu

RESUMEN

La calidad de las rocas fosfóricas (RFs) como fuente de P depende del contenido total de P y de su capacidad para suplir P disponible para las plantas. Los objetivos de este trabajo fueron comparar el potencial agronómico (PA) de tres RFs de diferente composición mineralógica y estimar su eficiencia agronómica relativa (EAR) en un Ultisol con dos niveles de pH, utilizando dos especies de pastos forrajeros (*Brachiaria decumbens* y *Stylosanthes guianensis*). El experimento se llevó a cabo en cámara de crecimiento. Los tratamientos consistieron en aplicar P soluble en citrato de amonio neutro de las rocas fosfóricas Monte Fresco (RFMF), Riecito (RFR) y Carolina del Norte (RFCN), fosfato monocalcico (SFT) como referencia y un testigo sin P. Basado en los criterios propuestos por Hammond et al. (1986) se clasificó RFCN, RFR y RFMF como rocas fosfóricas de alto (7,1%), mediano (5,0%) y muy bajo (0,71%) PA, respectivamente. Mientras que los valores de % P soluble en citrato de amonio neutro colocó a RFCN y RFR como rocas fosfóricas de alto PA (8,5 y 8,7% respectivamente) y a la RFMF como de bajo PA (0,68%). En el suelo encalado, la EAR de RFR disminuyó en 29,2% con *Brachiaria* y de 13,6% con *Stylosanthes*. El PA determinado en citrato de amonio neutro presentó mejor predicción de la EAR de las RFs estudiadas.

Palabras claves: Potencial agronómico, rocas fosfóricas, especies forrajeras, P disponible.

INTRODUCCIÓN

Convencionalmente, el potencial agronómico (PA) de las rocas fosfóricas (RFs) se estima por la cantidad de P liberada en solución, usando diferentes soluciones extractantes. Entre los extractantes químicos más utilizados para determinar el PA de las RFs están: citrato de amonio neutro, ácido fórmico al 2% y ácido cítrico al 2%. Por otra parte, la eficiencia agronómica relativa (EAR) se refiere al comportamiento real de una determinada RF bajo la influencia de su PA y las condiciones externas bajo la cual ésta es usada, es decir que depende de sus características químicas y mineralógicas, así como de los factores de suelo, cultivo, clima y manejo (Khasawneh y Doll, 1978). Generalmente, cuando se evalúa la EAR de las RFs, no se considera el PA de éstas, para calcular las dosis de P a utilizar, por lo cual, las cantidades de P soluble en los tratamientos serán diferentes, colocando a las RFs en desventaja con respecto a las fuentes de P soluble, subestimando así la EAR de las RFs. Los objetivos de este trabajo fueron: (a) determinar y comparar el PA de tres RFs de

diferente composición mineralógica usando tres extractantes químicos: citrato de amonio neutro, ácido fórmico (2%) y ácido cítrico (2%) y (b) estimar la EAR de estas tres RFs en un Ultisol deficiente en P y Ca, utilizando dos especies forrajeras diferentes y dos niveles de pH del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tres rocas fosfóricas (RF) de diferente composición mineralógica: Monte Fresco (RFMF), Riecito (RFR) y Carolina del Norte (RFCN). La extracción del P y Ca total en las RFs se realizó por incineración a 500 °C por mas de 8 horas, luego las cenizas fueron disueltas en 5mL de HCl concentrado y diluidas en agua destilada. El P soluble en citrato de amonio neutro de las RFs fue extraído siguiendo el protocolo de la AOAC (1990). La extracción del P soluble en ácido fórmico (2%) y en ácido cítrico (2%) se realizó mediante extracción por separado de 500 mg de RF con 50 mL de cada una de las soluciones y durante una hora de agitación. El P total y soluble en las RFs se determinó por espectrofotometría usando el método del complejo azul de molibdato (Murphy y Riley, 1962) y el Ca se determinó por absorción atómica. El experimento se realizo en cámara de crecimiento (30/26 °C día /noche, 12/12 horas luz/oscuridad y 30% humedad relativa) y consistió en la combinación factorial de cinco tratamientos de P, dos niveles de pH (pH 4,9 y encalado hasta pH 5,8 con MgCO₃) y dos especies forrajeras (*Brachiaria decumbens* y *Stylosanthes guianensis*) dispuestos en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Los tratamientos de P consistieron en aplicar 50 mg kg⁻¹ de P soluble en citrato de amonio neutro de RFMF, RFR y RFCN, fosfato monocalcico (SFT) como referencia de una fuente de P soluble, mas un control sin P. Se utilizo un suelo arenoso clasificado como *Arenic Paleudults* y deficiente en P y Ca (4 mg.kg⁻¹ de P-Olsen y 0,14 cmol.kg⁻¹ de Ca intercambiable). En planta se determinó materia seca aérea y contenido de P en planta, éste se determino por incineración de 1 g de material vegetal a 500 °C por mas de 8 horas, luego de disolver las cenizas en solución de HNO₃ concentrado, 33% H₂O₂ y HCL 6N, se determino P por espectrofotometría. En suelo se determinó pH en una relación 1:2,5 suelo-agua, P-Olsen y Ca intercambiable extraído con KCl 1M y determinado por absorción atómica. La efectividad agronómica relativa (EAR) para cada RF se determino como el porcentaje en rendimiento (peso seco aéreo) en los tratamientos con RF con relación al rendimiento en los tratamientos con P soluble (SFT) bajo las mismas condiciones de crecimiento, para los cálculos se utilizo la siguiente formula: EAR= (Rendimiento RF - Rendimiento Control)/ (Rendimiento SFT- Rendimiento Control) x 100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presentan los contenidos de P y Ca total, solubilidad química y características mineralógicas (éstas tomadas de la literatura, fuentes citadas al pie del Cuadro 1) de las RFs estudiadas. Se puede observar que la baja solubilidad de la RFMF en cualquiera de las soluciones extractantes, esta asociada a los relativamente altos contenidos de CaCO₃ en RFMF en relación con la RFR y RFCN. De acuerdo a los a los criterios propuestos por Hammond et al. (1986) y León et al. (1986), los valores de %P soluble en

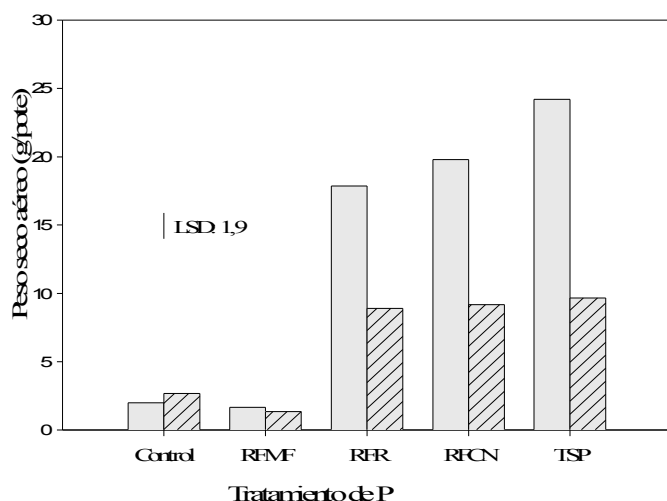
ácido cítrico (2%) y ácido fórmico (2%) permiten clasificar a la RFCN, RFR y RFMF como de alto (7,1%), mediana (5,0%) y muy bajo (0,71%) PAR, respectivamente. Mientras que los valores de % P soluble en citrato de amonio neutro permiten clasificar a RFCN y RFR como rocas fosfóricas de alto (8,5 y 8,7% respectivamente) PAR y la RFMF como de bajo (0,68%) PAR.

Cuadro 1. Composición química y mineralógica de las rocas fosfóricas usadas en el estudio.

	Rocas Fosfóricas		
	RFMF	RFR	RFCN
Total P (%)	9,3	12,8	13,2
Total Ca (%)	29,1	24,8	30,1
<i>% P Soluble en la RF en:</i>			
Citrato de Amonio Neutro	0,68	3,7	3,8
Ácido cítrico (2%)	0,71	5,0	7,1
Ácido fórmico (2%)	0,99	4,3	8,7
<i>Composición Mineralógica:</i>			
Apatito (%)	64 [¶]	75 [¶]	91 [§]
CaCO ₃ (%)	29 [¶]	1 [¶]	3 [§]

Fayard and Truong (1990), [¶]McClellan and Gremillion (1980)

Hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en materia seca aérea entre especies forrajeras, tratamientos de P y la interacción especies forrajeras y tratamientos de P. Los valores promedios de materia seca aérea de Brachiaria fue el doble al de Stylosanthes (Figura 1).



No hubo diferencia significativa en peso seco aéreo del Stylosanthes entre los tratamientos con RFR, RFCN y SFT, mientras que la Brachiaria fue más dependiente de la solubilidad de la fuente de P.

Figura 1. Efecto de tratamientos de P sobre la producción de materia seca en Stylosanthes y Brachiaria

Los valores de EAR se incrementaron con la solubilidad de las RFs para ambos cultivos (Figuras 2a y 2b). Los valores negativos de EAR en los tratamientos con RFMF reflejan que los rendimientos con estos tratamientos fueron menores que los obtenidos con el tratamiento control sin P. Tanto la RFCN como la RFR presentaron mayor EAR con *Stylosanthes* que con *Brachiaria*. La RFR disminuyó su EAR en 29,2% con *Brachiaria* y 13,6% con *Stylosanthes*, mientras que la EAR de la RFCN no fue significativamente afectada por el encalado. Esto sugiere que la RFR es de muy buena calidad siempre y cuando se utilice en suelos ácidos y en cultivos con alta eficiencia de utilización de P.

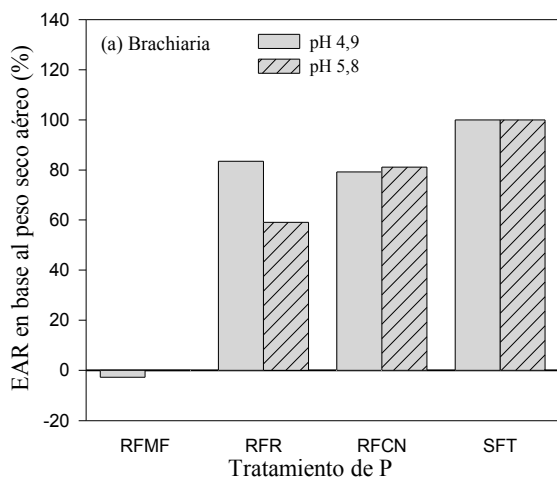


Figura 2a. Efectividad agronómica relativa (EAR) de las RFs en suelo encalado y sin encalar bajo *Brachiaria*.

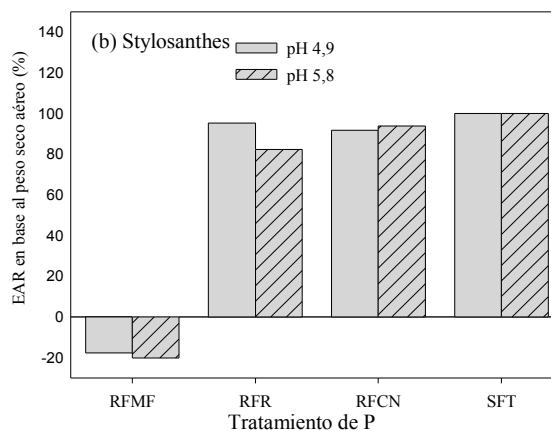


Figura 2b. Efectividad agronómica relativa (EAR) de las RFs en suelo encalado y sin encalar bajo *Stylosanthes*.

CONCLUSIONES

El PA determinado en citrato de amonio neutro fue el que mejor estimó la EAR de las RFs estudiadas bajo las condiciones de suelo y cultivos utilizados. No hubo diferencia significativa en la EAR entre la RFR y la RFCN en suelo sin encalar, pero la EAR de la RFR disminuyó al aumentar el pH del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1990. Official Methods of Analysis. AOAC. Washington, DC. Pp. 11-17.
- FAYARD, CH. Y B. TRUONG. 1990. Caracterisation des phosphates naturels du Venezuela. Mise au point des engrains pour essais agronomiques. CIRAT-IRAT-TECHNIFERT S.A. 168p.
- HAMMOND, L. L.; S. H. CHIEN, Y A. U. MOKWUNYE. 1986. Agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics. *Adv. Agron.* 40: 89-140.
- KHASAWNEH, F.E Y E.C. DOLI. 1978. The use of phosphate rock for direct application to soil. *Adv. in Agron.* 30: 159-204.
- MCCLELLAN, G.H. Y L.R. GREMILLION. 1980. Evaluation of phosphatic raw materials. In: *The Role of Phosphorus in Agriculture*. F.E. Khasawneh, E.C. Sample, and E.J. Kamprath (Eds.), pp: 24-43, Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- MURPHY, J. Y J. P. RILEY. 1962. A modified single extraction solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytical Chimica Act.* 27: 31-36.