

Con el fin de determinar el valor como fertilizante de las rocas fosfóricas directamente aplicadas al suelo, se han realizado durante los últimos años un buen número de ensayos de invernadero y campo, pero los resultados han sido muy variables. Sin embargo, se puede afirmar que la aplicación directa de rocas fosfóricas alta o medianamente reactivas en suelos ácidos, cuando éstas se encuentran finamente molidas o minigranuladas (-48+140 tamiz Tyler) pueden producir respuestas aceptables para muchos cultivos, posiblemente debido en parte a que su baja y lenta solubilidad las hace menos susceptibles de que el P que contienen sea rápidamente fijado por el suelo.

Más recientemente se ha reconocido que todas las rocas no son iguales y que un factor importante que determina la respuesta de los cultivos a su aplicación directa es la mineralogía de las mismas y la reactividad asociada a ellas. Si una roca fosfórica es altamente reactiva, ésta podrá mantener en la solución del suelo concentraciones de P suficientes para producir rendimientos económicamente aceptables, pero no es posible evaluarla como fertilizante por medio de los resultados de un solo cultivo de término corto pues el efecto residual de la aplicación de rocas fosfóricas es mayor que aquel producido por fuentes más solubles.

Desafortunadamente muchos de los experimentos realizados con rocas fosfóricas no incluyen información sobre su solubilidad y mucho menos sobre su caracterización mineralógica. En la mayoría de los casos tampoco se encuentran datos sobre evaluación de las reacciones producidas en el suelo. Por esta razón hasta hace pocos años ha sido muy difícil realizar una evaluación adecuada de las relaciones entre la fuente de P y su efectividad agronómica y predecir las respuestas de las plantas a las aplicaciones directas de rocas fosfóricas bajo diferentes condiciones ecológicas.

Por tal motivo, en la actualidad se están desarrollando investigaciones del Proyecto Fósforo IFDC/CIAT en Colombia, y en otros países como Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela, cuyos objetivos son los de utilizar ensayos de invernadero y campo para evaluar la efectividad agronómica de las rocas fosfóricas de fuentes que varían en mineralogía, observar las reacciones del suelo asociadas con la aplicación directa de estas rocas y relacionar los resultados obtenidos con el fin de establecer criterios para seleccionar rocas fosfóricas que produzcan los mejores resultados por su aplicación directa.

También se están evaluando con un éxito inicial prometedor materiales fosfatados minigranulados provenientes de la acidulación parcial de rocas fosfóricas con ácido fosfórico y sulfúrico y de mezclas minigranuladas de rocas fosfóricas con S y superfosfatos simple y triple en varias proporciones.

Para información adicional se puede consultar la siguiente literatura:

1. FENSTER, W.E., y L.A. LEON (1978). Utilization of Phosphate Rock in Tropical Soils of Latin America. IFDC/CIAT, Cali, Colombia.
2. _____ (1978). Management of Phosphorus Fertilizers in Establishing and Maintaining Improved Pastures on Acid, Infertile Soils of Tropical Latin America. IFDC/CIAT, Cali, Colombia.
3. LEON, L.A. y W.E. FENSTER (1979). Management of Phosphorus in the Andean Countries of Tropical Latin America. IFDC/CIAT, Cali, Colombia.
4. LEON, L.A., A. RIAÑO, E. OWEN, M. RODRIGUEZ y L.F. SANCHEZ (1978). Investigaciones realizadas en Colombia sobre el Uso de Diversas Fuentes de Fósforo como Fertilizante. ICA - ABOCOL, Bogotá, Colombia.

FERTILIZACION DE PASTURAS EN PUCALLPA, PERU

Miguel Ara * y
José Toledo **

La línea de investigación sobre producción y evaluación de praderas tropicales del IVITA ha iniciado estudios sobre diversos aspectos de la fertilidad del suelo y su incidencia sobre la producción de pastos en un sistema intensivo de manejo. Esta investigación está englobada en el proyecto de línea "Fertilización de Pasturas", el cual incluye los siguientes sub-proyectos:

- Mapa de suelos de la Estación Principal del Trópico del IVITA.
- Fertilización con macronutrientes, encalado y utilización de materia orgánica.
- Utilización de roca fosfatada.
- Estudios sobre deficiencias de micronutrientes.
- Eficiencia de la fertilización nitrogenada.

En este artículo se resume parte de la información obtenida.

Clima y Suelo

La Estación Principal del Trópico del IVITA se encuentra a 59 km de la ciudad de Pucallpa. La temperatura media anual es de 25°C y la precipitación total anual es de 1770 mm, con tres meses relativamente secos (Junio, Julio y Agosto). En la Figura 1 podemos apreciar un balance hídrico parcial de la zona.

Aparentemente los suelos que predominan en la estación son del Orden Ultisol con dos subgrupos principales-Typic y Aquic-

* Investigador de suelos y pastos del IVITA-Pucallpa

** Anteriormente investigador de pastos del IVITA-Pucallpa, actualmente en el Programa de Pastos Tropicales del CIAT

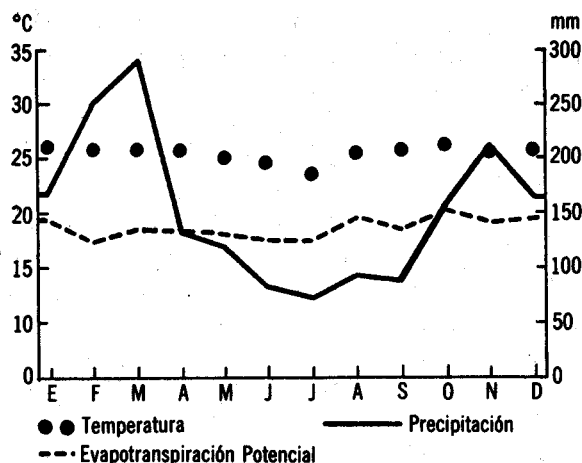


Figura 1. Balance hídrico de la Estación Principal del Trópico IVITA-Pucallpa. Datos de 3 años.

correspondientes a las fases bien e imperfectamente drenadas, respectivamente. Entre las características notables están el bajo nivel de P disponible y la reacción ácida; a nivel superficial se destacan los contenidos de materia orgánica y porcentaje de saturación de bases elevadas. Sin embargo, a partir de los 3-4 cms de profundidad éstos descienden, elevándose notablemente el porcentaje de saturación de Al. La textura predominante es media.

Fertilización con nitrógeno

Los estudios de fertilización contemplan la obtención de patrones de respuesta para las especies: *Brachiaria decumbens*, *Paspalum plicatum*, *Hyparrhenia rufa* y el pasto natural que es una asociación de gramíneas en la cual predominan *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum* y *Homolepis aturensis*. Se han iniciado los ensayos con *B. decumbens* y *P. plicatum*. En el Cuadro 1 se pueden apreciar los rendimientos de estas especies afectados por el nivel de N. En *Brachiaria* existen incrementos significativos en la producción hasta una dosis de 800 kg. En *P. plicatum* hay incrementos hasta los 400 kg, después de lo cual ocurre una depresión sin causa aparente.

Cuadro 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en *Brachiaria decumbens* y *Paspalum plicatum*. Rendimiento en t de MS/ha. Promedio de 4 repeticiones. Fuente urea.

Especie	Dosis (kg de N/ha/año)						D.M.S. _{0,05}
	0	100	200	400	800	1600	
<i>B. decumbens</i> *	9.2	11.4	15.2	16.0	18.9	19.6	1.85
<i>P. plicatum</i> **	7.7	8.1	8.8	11.4	9.0	11.2	2.19

* Suma de 6 cortes

** Suma de 4 cortes

Fert. basal: 150-400-40 kg/ha/año de P, K y Mg, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización fosforada en *Brachiaria decumbens* y *Paspalum plicatum*. Rendimiento en t de MS/ha. Promedio de 4 repeticiones. Fuente: superfosfato simple.

Especie	Dosis (kg de P/ha/año)						D.M.S. _{0,05}
	0	10	20	40	80	160	
<i>B. decumbens</i> *	11.0			13.8	14.9	13.9	1.27
<i>P. plicatum</i> **	13.8	13.6	13.8	17.6			2.92

* Suma de 6 cortes

** Suma de 4 cortes

Fert. basal: 400-400-20 kg/ha/año de N, K y Mg, respectivamente.

Fertilización con Fósforo

En el Cuadro 2 se muestra el efecto de la fertilización fosforada en las especies anteriormente mencionadas. Si bien los análisis estadísticos muestran un efecto altamente significativo para los niveles de P, la respuesta no es tan marcada como en el caso del N. El rendimiento se incrementa significativamente hasta los 40 kg. El efecto de los niveles de P en *P. plicatum* sólo es significativo a un nivel del 5%; los rendimientos permanecen estacionarios, elevándose a partir de los 40 kg.

Como alternativa a la utilización del superfosfato simple se está ensayando la roca fosfatada peruana (Fosbayobar). Las curvas de respuesta que se muestran en la Figura 2 han sido obtenidas de resultados iniciales de un experimento para evaluar el efecto residual del Fosbayobar en relación con el superfosfato y en mezcla con éste. Las fuentes se incorporaron antes de la siembra de *B. decumbens*. A excepción de la comparación con el testigo, hasta el momento no se han presentado diferencias ni para los niveles ni para las fuentes o mezclas.

Encalado

Solamente se muestran resultados para *B. decumbens*. Los experimentos de este mismo tipo para otras especies aún están en fase de establecimiento.

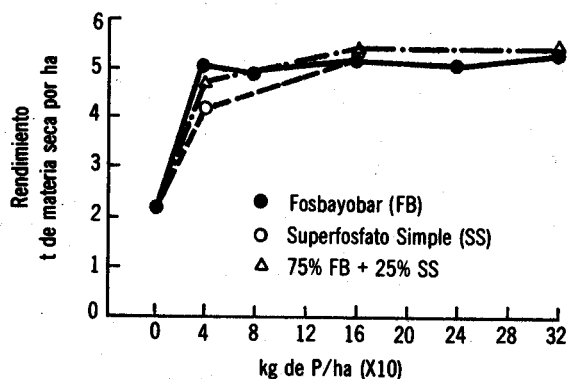


Figura 2. Efecto del fosbayobar, superfosfato simple y mezclas sobre el rendimiento de *Brachiaria decumbens*, primer corte, x de 4 repeticiones.

Cuadro 3. Ensayo de encalado en *Brachiaria decumbens*. Rendimiento en t de MS/ha. Promedio de 4 repeticiones. Suma de 5 cortes.

Fertilización	ENCALADO						
	0X	0.5 t/ha	0.5X	1.0X	2.0X	Sin cal Sin fert.	1.0X Sin fert.
Bajo nivel	16.0	18.0	19.0	17.8	17.6		
Alto nivel	32.3	29.5	31.0	30.2	31.0	6.0	9.3

D.M.S. 0.05 3.43

En el Cuadro 3 se esquematiza la respuesta de *B. decumbens* a diferentes niveles de encalado. Las dosis seleccionadas están relacionadas con el contenido de Al cambiante del suelo (3,3 me/100 mg) en las que X es el término que representa al Al cambiante. También se incluye una dosis absoluta de 500 kg/ha, con la finalidad de evaluar el efecto de la enmienda como aportadora de Ca. Para un nivel bajo de fertilización se aplican 200, 50, 80 y 20 kg/ha/año y para un nivel alto 800, 150, 400 y 40 kg/ha/año de N, P, K y Mg, respectivamente.

Al parecer únicamente existe un efecto por encalado cuando se prescinde de la fertilización. En ambos niveles de fertilizantes no hubo respuesta a la aplicación de cal, pero sí a la fertilización. La fuente de enmienda es $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Simultáneamente a las evaluaciones en rendimiento se hicieron algunas determinaciones en el suelo cuyos resultados aparecen en la Figura 3. En esta figura se muestra la curva de neutralización para el suelo del experimento. Apparently, 500 kg de cal son suficientes para bajar el nivel de saturación de Al por debajo del 40%. De los

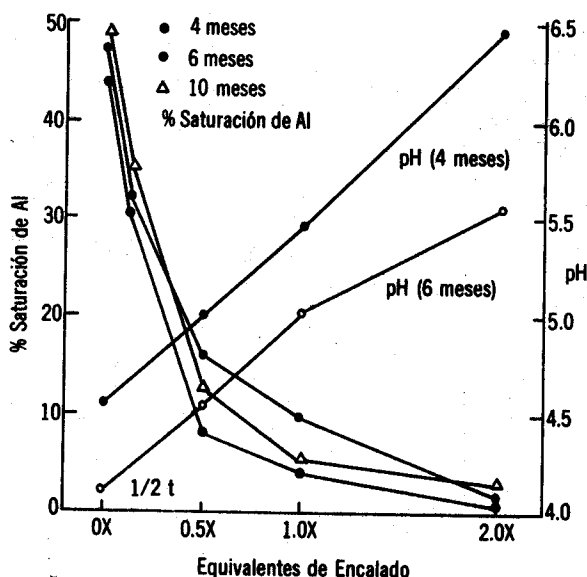


Figura 3. Efecto del encalado sobre el porcentaje de saturación de Al y el pH, 4, 6 y 10 meses después de la aplicación de cal al suelo en los 15 cm superficiales.

datos de la Figura 3 y del Cuadro 3 es posible concluir que el nivel de saturación de Al tolerado por esta especie es bastante superior a la mayoría de las especies cultivadas.

Comentarios

La consistencia en las respuestas de *B. decumbens* a la aplicación de N es un aspecto alentador para iniciar estudios más detallados. Análisis de las respuestas para diferentes épocas del año muestran un efecto por precipitación, el cual es semejante al de la fertilización. Se ha obtenido una función de producción del tipo $Y = a + b \ln(X+c)$, donde Y es el rendimiento en MS, X corresponde a la dosificación de N y C representa el N nativo. Esta función describe la respuesta de *B. decumbens* al N con muy buen ajuste ($r^2 = 0,985$ para la estación lluviosa y 0,975 para el período seco). Análisis económicos tentativos utilizando datos de ésta y anteriores campañas muestran que el óptimo económico para la producción de leche es de 260 y 70 kg de N/ha/año para las épocas lluviosas y seca, respectivamente. El cálculo del óptimo para la producción de carne demuestra que la fertilización con N sólo es económica durante la época lluviosa y hasta un nivel de 30 kg/ha/año.

El patrón de respuesta del *P. plicatum* no es tan típico ni consistente como el de *Braquiaria*, si bien se puede vislumbrar un óptimo de fertilización de 400 kg/ha/año.

Aunque existe un efecto significativo debido a la aplicación de P en *Braquiaria* y *P. plicatum*, es dudoso que sea económicamente provechoso. Probablemente las aplicaciones al voleo de superfosfato sobre una pradera ya establecida sean ineficientes. Al respecto es necesario señalar que en estos experimentos no se hizo una incorporación inicial de P debido a que se iniciaron sobre una pradera ya establecida. Se espera que los resultados de los ensayos con Fosbayobar, en los cuales se incorporó la fuente al inicio ayuden a despejar esta duda. Datos sobre los efectos en el establecimiento y sobre el rendimiento del primer corte muestran un buen efecto a partir de la dosis más baja (ver Figura 2).

Con respecto al encalado, todo parece indicar que no es un factor crítico en la producción de *B. decumbens* siempre y cuando éste sea adecuadamente fertilizado. Sin embargo no se descarta el efecto provechoso que pudieran tener pequeñas dosis destinadas al aporte de Ca, sobre todo en el caso que se utilicen fertilizantes fosforados más concentrados.

Agradecimiento

Los autores agradecen a los Dres. L.A. León y W. Fenster de IFDC-CIAT entidades que financian los proyectos sobre la utilización de roca fosfatada, parte de cuyos resultados preliminares se han presentado en este artículo.