

**EFFECTO DE UN FERTILIZANTE PAZ DEL RÍO
SOBRE EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE PLANTAS**

**Walter Osorio Vega
Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D.
Profesor Universidad Nacional de Colombia**

Investigación No.2 presentada a la Empresa Acerías Paz del Rio

**Medellín
2018**

INTRODUCCIÓN

Problema: Unas de las principales limitantes de la agricultura colombiana son la baja disponibilidad de nutrientes, particularmente fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), silicio (Si), y la acidez de los suelos. Esto limita la nutrición vegetal y la productividad de los cultivos, pasturas y plantaciones forestales.

Alternativa: el fertilizante Paz del Rio (FPDR) 0-9-0-40(Ca)-1,5(Mg)-1,5(Mn)-6(Si)+menores se constituye en un fertilizante que al tener en su composición varios elementos nutritivos para las plantas, y al pasar por procesos de alta temperatura en hornos más inyección de oxígeno, puede constituirse en un fertilizante efectivo para mejorar la fertilidad del suelo, la nutrición y desempeño de las plantas.

Hipotesis: la aplicación de FPDR puede promover el crecimiento vegetal, el efecto está controlado por la dosis aplicada y el tipo de suelo evaluado.

Objetivo: evaluar el efecto de dosis crecientes del FPDR sobre el crecimiento de plantas de maíz en los diferentes tipos de suelo de Colombia empleados en agricultura.

MATERIALES Y METODOS

Sitio

El experimento se hizo en el invernadero de suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (6°15' N, 75°35' W).

Muestras de suelos

La efectividad del producto FPDR para promover el crecimiento de plantas de maíz se evaluó en varios suelos de Colombia (Oxisol, Andisol, Inceptisol y Entisol) bajo condiciones de invernadero.

Las muestras de suelos se secaron al aire y luego fueron pasadas por un tamiz de 4 mm, una submuestra de 250 g se utilizó para realizar análisis de fertilidad del suelo que incluían determinaciones de pH en agua, materia orgánica (Walkley-Black), P (Bray II), Al intercambiable (1M KCl); Ca, Mg, K y CIC efectiva (1 M acetato de amonio), S (0.008 M fosfato de calcio); Fe, Mn, Cu y Zn (Olsen-EDTA) y B (agua caliente) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelos utilizados.

Parametro	Método	Unidad (SI)	Oxisol	Andisol	Inceptisol	Entisol
pH	Agua (1:1)	-	5.0	4.9	5.0	5.7
MO	Walkley-Black	%	2.3	16.0	4.7	1.5
P	Bray II	mg/kg	5	4	6	14
Al	1M KCl	cmol _c /kg	1.0	1.7	3.4	0.0
Ca	1 M Acetato de amonio	cmol _c /kg	0.12	1.3	0.9	6.3
Mg	1 M Acetato de amonio	cmol _c /kg	0.06	0.4	0.3	1.7
K	1 M Acetato de amonio	cmol _c /kg	0.03	0.34	0.13	0.32
CICE	Suma de cationes	cmol _c /kg	1.21	3.74	4.73	8.32
S	0.008 M Ca(H ₂ PO ₄) ₂ .H ₂ O	mg/kg	2	5	8	5
Fe	Olsen-EDTA	mg/kg	72	129	223	69
Mn	Olsen-EDTA	mg/kg	1	1	24	49
Cu	Olsen-EDTA	mg/kg	1	2	3	3
Zn	Olsen-EDTA	mg/kg	1	2	3	4
B	Agua caliente	mg/kg	0.3	0.1	0.4	0.2

Tratamientos

Los suelos secados y tamizados se transfirieron a materos plásticos que contenían 2 kg de suelo. En ellos se aplicó por triplicado dosis crecientes del FPDR a razón de 0 (control), 100, 250, 500, 750, y 1000 (kg/ha). Adicionalmente, en el Oxisol se evaluó el FPDR granulado y en polvo a las mismas dosis.

Luego, se sembraron cinco semillas de maíz ICA V-305 por matero y luego de 10 días se raleo para dejar una sola planta. Los suelos se humedecieron y mantuvieron a capacidad de campo ($\theta_g = \sim 30\%$) con aplicaciones de agua frecuentes.

Luego de un periodo de crecimiento de 45 días las plantas se cortaron a ras del suelo y la parte aérea se secó en una estufa con flujo de aire circulante para homogenizar el secado. Luego se determinó la masa seca aérea (MSA) por planta.

Análisis de Datos

Cada suelo se consideró como un experimento separado. El diseño experimental fue completamente al azar. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, a la prueba de separación de medias de Duncan y se estimó un modelo de regresión entre la dosis de FPDR y la masa seca aérea. En todos los casos se usó un nivel de significancia ($P \leq 0.05$). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion.

RESULTADOS

Los resultados indican que el fertilizante FPDR promovió significativamente el crecimiento de las plantas de maíz. La magnitud del

efecto dependió de la dosis y de la interacción tamaño de la partícula x la dosis.

Los datos son presentados en la tabla 2, donde se puede apreciar las diferencias significativas entre los promedios con las diferentes dosis para un mismo suelo.

Tabla 2. Masa seca aérea de plantas de maíz creciendo en suelos de Colombia con diferentes dosis de FPDR en polvo. En el Oxisol se también granulada. Promedios seguidos con letras diferentes presentan diferencia significativa entre sí (prueba de rangos múltiples de Duncan, $P \leq 0.05$).

Dosis APDR (kg/ha)	Andisol	Entisol	Inceptisol	Oxisol (APDR polvo)	Oxisol (APDR granulada)
	(g/planta)				
0	0.87 f	0.62 c	0.73 d	0.88 f	0.88 d
100	1.08 e	0.71 bc	0.94 cd	1.39 e	1.22 c
250	1.32 d	0.87 bc	1.07 bc	1.62 d	1.40 bc
500	1.54 c	1.75 a	1.50 a	1.95 c	1.56 b
750	1.72 b	1.43 a	1.24 b	2.52 a	1.68 ab
1000	1.95 a	1.07 b	1.15 bc	2.33 b	1.99 a

Dosis

En el Andisol la respuesta fue prácticamente lineal y la MSA aumentó progresivamente con el incremento de la dosis (se encontraron diferencias entre todos los promedios). Por tanto, la mayor MSA se obtuvo con la dosis más alta (1000 kg/ha). Los incrementos con respecto al control fluctuaron entre 24 y 124% (Figura 1).

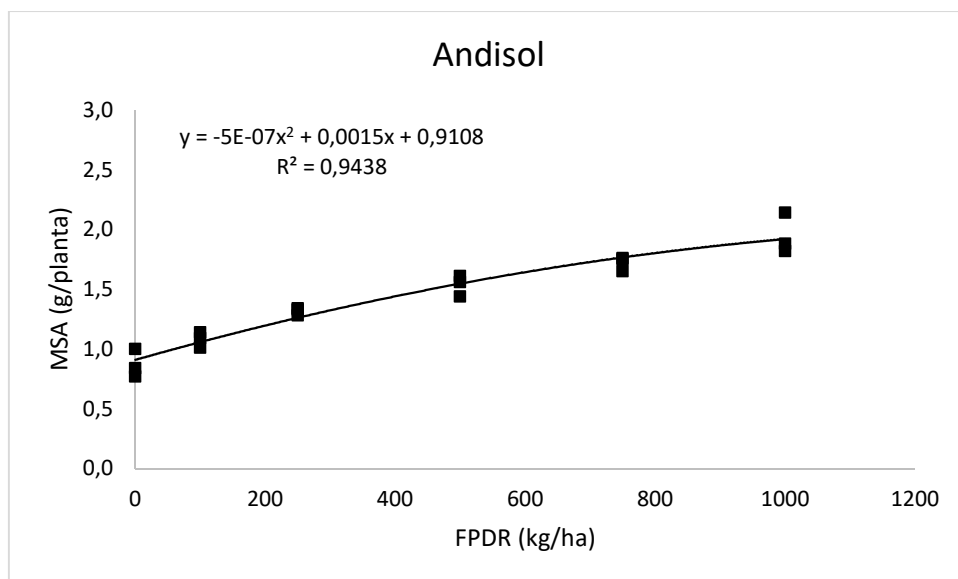


Figura 1. Masa seca aérea de maíz creciendo en un Andisol con dosis crecientes de FPDR en polvo.

En el Entisol la respuesta a la aplicación del FPDR fue de tipo cuadrática, alcanzando un máximo alrededor de 500 a 750 kg/ha (sin diferencia entre ellos), para luego decrecer con la dosis más alta. El incremento con respecto al testigo fluctuó entre 15 al 182% (Figura 2).

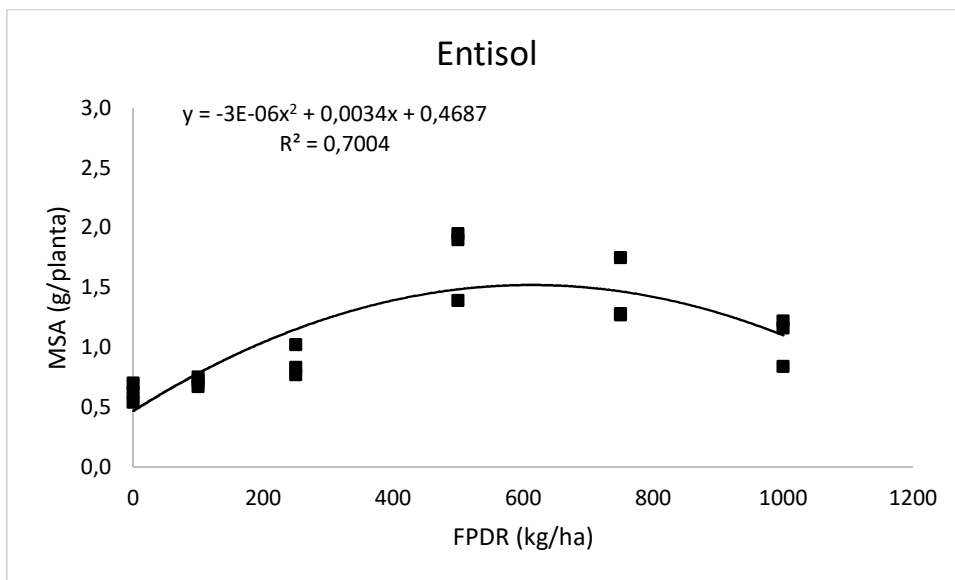


Figura 2. Masa seca aérea de maíz creciendo en un Entisol con dosis crecientes de FPDR en polvo.

En el Inceptisol el comportamiento fue muy similar y al aumentar la dosis del FPDR la MSA aumentó hasta la dosis de 500 kg/ha, cuando obtuvo el máximo valor. Dosis superiores decrecieron el valor de MSA. El incremento con respecto al control fue de 29 al 105% (Figura 3).

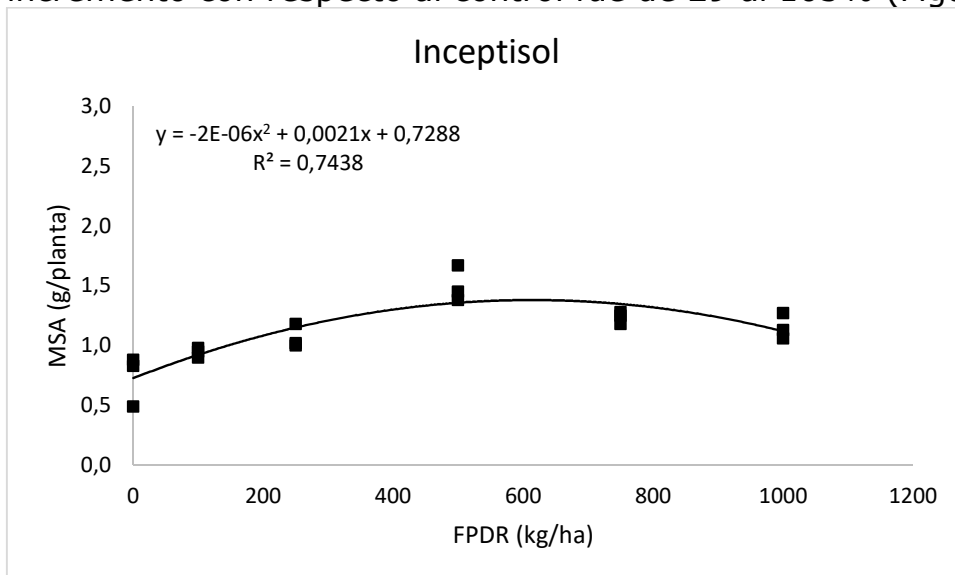


Figura 3. Masa seca aérea de maíz creciendo en un Inceptisol con dosis crecientes de FPDR en polvo.

En el Oxisol se evaluó la interacción entre el tamaño de la partícula (polvo vs. granulado). Los resultados muestran que la formulación en polvo fue un poco más efectiva que la del granulo. En el caso de la formulación en granulo hubo un incremento gradual de la MSA con el incremento de la dosis, siendo así la mejor dosis la de 1000 kg/ha; los incrementos fluctuaron entre 39 a 126%, con respecto al control. En el caso de la formulación en polvo el mejor valor de MSA se obtuvo con 750 kg/ha (Figura 4), los incrementos con respecto al control fueron de 58 a 186%, siendo mayor con la dosis de 750 kg/ha.

DISCUSION

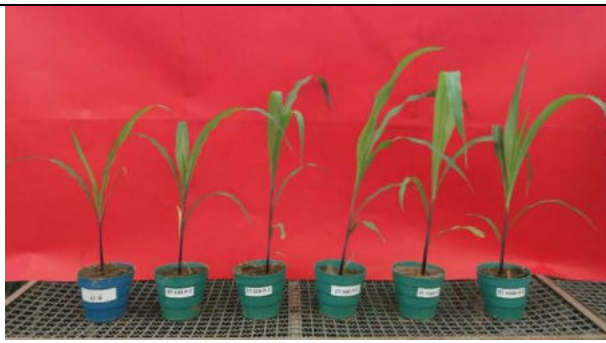
Los resultados obtenidos demuestran claramente la hipótesis planteada, es decir que la aplicación de APDR puede promover el crecimiento vegetal, el efecto esta controlado por la dosis aplicada y el tipo de suelo usado.

Los beneficios observados son muy seguramente debidos al efecto múltiple que se logra con el fertilizante FPDR. Esto es incremento en el pH del suelo, incremento en la disponibilidad de calcio, fósforo y silicio como se encontró en el estudio previo (investigación: efectos múltiples del abono paz del rio sobre algunas propiedades del suelo).

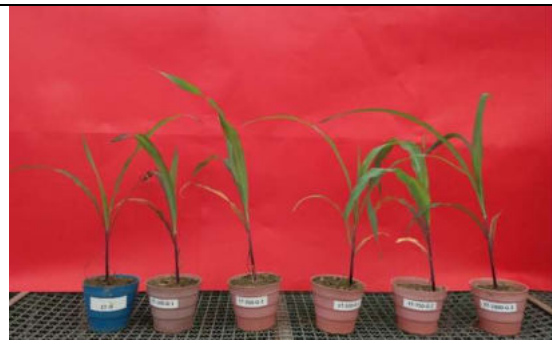
Las diferencias en las dosis están asociadas a la reacción entre la mineralogía del suelo y los nutrientes del FPDR. Así en el Andisol (dominado por alófanita y con alta fijación de P) se puede requerir una dosis de 1000 kg/ha para maximizar el crecimiento vegetal, mientras que en el Oxisol (dominado por Caolinita y Oxidos de hierro y aluminio; con media fijación de P) puede ser suficiente la dosis de 750 kg/ha. Por otro lado, en el Inceptisol y en Entisol (dominados por Montmorillonita/Vermiculita) la dosis más adecuada es de 500 kg/ha. Igualmente, el Entisol y el inceptisol tienen mayor disponibilidad de Ca y P, así que requiere dosis menores a las requeridas en el Andisol y en el Oxisol, que son más pobres en nutrientes.

En las siguientes fotos también se puede observar el crecimiento de las plantas de maíz en los materos en función de la dosis del APDR en los diferentes suelos.

En general, se puede afirmar que el FPDR es bastante efectivo para aumentar la disponibilidad de Ca, P, Si, elementos que comúnmente son deficientes en los suelos del trópico y subir el pH con neutralización pertinente de aluminio.



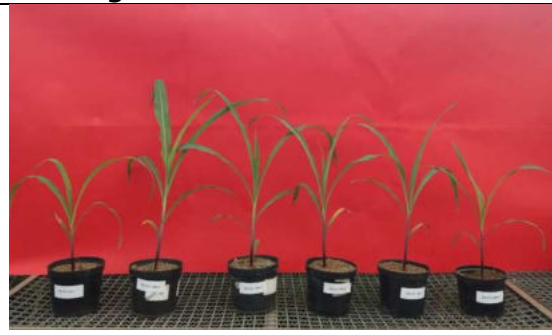
(A) Oxisol con APDR en polvo



(B) Oxisol con APDR en granulo



(C) Inceptisol



(D) Entisol



(E) Andisol

Plantas de maíz creciendo en un suelos de Colombia con dosis crecientes de APDR.

Las diferencias en las dosis del FPDR entre los diferentes suelos para maximizar el crecimiento vegetal están controladas por el tipo de suelo, su mineralogía y la disponibilidad de nutrientes en el suelo dado.

REFERENCIAS

- Barber SA (1995) Soil nutrient bioavailability. A mechanistic approach. John Wiley, New York.
- Bohn H, Mcneal BL, O'connor G (1985) Soil chemistry. New York, John Wiley and Sons.
- Brady N, Weil R (1999) The nature and properties of soils. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Cross AF, Schlesinger WH (1995) A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: application to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma* 64:197-214.
- Da Silva AK, Silva EM, Marques J, and Ferreira de Oliveira C (2013) Silicon: A Benefic Element to Improve Tolerance in Plants Exposed to Water Deficiency. En: Responses of organisms to water stress, Ed. Sener Akinci, ISBN 9789535109334.
- Datnoff LE, Rodrigues FA (2005) The Role of Silicon in Suppressing Rice Diseases. *APSnet Features*. doi 10.1094.
- Fox RL, Hue NV, Jones RC, Yost RS (1991) Plant-soil interactions associated with acid, weathered soils. In: Wright RJ (ed.) Plant-soil interactions at low pH. Kluwer Academic Publishers, 197-204 pp.
- Havlin J, Beaton J, Tisdale SL, Nelson W (2004) Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to nutrient management. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Hue NV, Fox R. 2010. Predicting plant phosphorus requirements for Hawaii soils using a combination of phosphorus sorption isotherms and chemical extraction methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41:133-143.
- Lindsay WL (2001) Chemical equilibria in soils. The Blackburn Press, Caldwell, NJ, New Jersey.
- Marschner H (1995) Beneficial Mineral Elements. Mineral Nutrition of Higher Plants. San Diego, CA: Academic Press, 805.
- Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27:31-35.
- Osorio NW. 2018. Manejo de Nutrientes en Suelos del Trópico. Medellín, 340 p.
- Parfitt RL (1989) Phosphate reactions with natural allophane, ferrihydrite and goethite. *Journal of Soil Science* 40:359-369.

Sanchez P, Uehara G (1980) Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. *In*: Khasawneh FE (ed.) The role of phosphorus in agriculture. Soil Science Society of America, Madison, WI, 471-514 pp.

Shoji S, Nanzyo M, Dahlgren RA (1993) Volcanic ash soils-genesis, properties, and utilization. Elsevier Publishing, Amsterdam.