



Anexo 1. Balance hídrico para la Estación Cenicafé

Localización : Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas
 Altura : 1.310 msnm
 Latitud : 4°53' N
 Longitud : 75°-36' W
 Período de observación : 1941-1978
 Zona de vida : bosque muy húmedo premontano (Bmh-TII)

Balance (Tosi)

M e s	Temperatura	Diatermpera - tura	Evapotranspiración po - tencial	Precipita - ción
Enero	20,9	20,9	104,5	135,1
Febrero	21,2	21,2	96,6	148,7
Marzo	21,3	21,3	106,5	207
Abril	20,9	20,9	101,1	276
Mayo	20,7	20,7	103,5	209,1
Junio	20,7	20,7	100,1	202,3
Julio	20,9	20,9	104,5	153,3
Agosto	20,9	20,9	99,7	169,2
Septiembre	20,6	20,6	100,5	185,8
Octubre	20,1	20,1	99,7	315,1
Noviembre	20,2	20,2	100,5	260,9
Diciembre	20,5	20,6	97,7	194,6
Inmedio	20,7	20,7		
Total			1.216,9	2.529,8

L4

El estudio de los factores que influyen en el desarrollo de las plantas de café en las zonas de cultivo de la zona de Chinchiná, departamento de Caldas, Colombia, se realizó durante el período de observación de 1941-1978. El presente informe describe los resultados obtenidos en el estudio de los factores climáticos que influyen en el desarrollo de las plantas de café en las zonas de cultivo de la zona de Chinchiná, departamento de Caldas, Colombia.

LOS POTENCIALES DE ROCAS FOSFORICAS COLOMBIANAS EN AGRICULTURA

L.A. León y W.E. Fenster

El estudio de los factores que influyen en el desarrollo de las plantas de café en las zonas de cultivo de la zona de Chinchiná, departamento de Caldas, Colombia, se realizó durante el período de observación de 1941-1978. El presente informe describe los resultados obtenidos en el estudio de los factores climáticos que influyen en el desarrollo de las plantas de café en las zonas de cultivo de la zona de Chinchiná, departamento de Caldas, Colombia.

0266

USOS POTENCIALES DE ROCAS FOSFORICAS COLOMBIANAS EN AGRICULTURA ^{1/}

L.A. León y H.E. Fenater ^{2/}

1. Introducción.

Los suelos ácidos colombianos ($pH < 5,5$) presentan generalmente problemas de manejo que restringen el desarrollo de una agricultura económicamente exitosa. Estos problemas están principalmente relacionados con las propiedades químicas de dichos suelos, siendo los más importantes la toxicidad de aluminio y la baja disponibilidad de nutrientes tales como el fósforo, el nitrógeno, el potasio, el calcio, el magnesio, el azufre y el boro (3, 5). Además de los contenidos extremadamente bajos en fósforo total y aprovechable, algunos de estos suelos contienen cantidades relativamente altas de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio que reaccionan con el fósforo disponible produciendo compuestos en los que el fósforo puede estar en formas parcialmente o no aprovechables por las plantas (4). Este problema de la fijación de fósforo es indudablemente uno de los más importantes de los suelos ácidos de Colombia y en general de Latinoamérica y es, por lo menos en parte, el responsable de la falta de desarrollo agrícola en extensas zonas de tierras aptas para adelantar una agricultura mecanizada y que actualmente no están utilizadas efectivamente (2).

Generalmente, estos suelos que fijan grandes cantidades de fósforo son de textura fina a media y se encuentran clasificados como Oxisoles y Ultisoles (orden), Andosols (sub-orden) y algunos como Inceptisoles y Alfisoles rhódicos u óxicos (6).

A pesar de que no es posible identificar en detalle las áreas donde predominan estos suelos, la Figura 1 y el Cuadro 1 dan una idea general de la magnitud y localización de los mismos. Los Oxisoles y Ultisoles ocupan las áreas

^{1/} Trabajo presentado durante el curso de Actualización en Suelos, Pasto, Mariño, 16 a 18 de Septiembre, 1981

^{2/} Químico de Suelos, Ph. D. y Especialista en Fertilidad de Suelos - Líder Proyecto Fósforo, Ph. D., IADC/CIAT, respectivamente.

019538
16 MAYO 1985

más grandes y representan cerca del 65% del trópico suramericano. En Colombia este tipo de suelos predominan en vastas regiones de la Amazonia y la Orinoquia.

(3). A pesar de que en el trópico latinoamericano y específicamente en Colombia, los suelos clasificados como andepts no ocupan grandes áreas si los comparamos con la que ocupan los Oxisoles y Ultisoles, los primeros son de gran importancia porque se encuentran localizados en áreas de producción de cultivos tales como trigo, cebada, maíz, frijol, papa y café. Por otra parte en estas áreas de Andepts es donde se encuentra localizada la mayoría de la población de los países andinos.

2. Estrategia para solucionar el problema del fósforo

No parece razonable que las necesidades de fósforo de estos suelos y de las plantas se suplan mediante el uso de superfosfatos simple y triple (SFS, SFT), debido a su alto costo por unidad de fósforo y a su alta solubilidad en agua.

Por lo tanto parece que el uso de formas menos aprovechables de fósforo tales como las rocas fosfóricas (RF) rocas fosfóricas parcialmente aciduladas, mezclas cogranuladas de azufre con RF, mezclas cogranuladas de SFS ó SFT con RF pueden ser alternativas razonables a la utilización del SFS ó SFT. Estas formas de fósforo no son solo menos susceptibles a ser fijadas por el suelo sino que su valor residual debe ser superior a aquel de formas más aprovechables de este elemento. También parece lógico sacar ventaja de la acidez del suelo al usar RF u otros portadores de fósforo similares que responden favorablemente bajo un ambiente ácido.

Además de estos, el costo por unidad de fósforo como RF corresponde aproximadamente a una tercera parte del costo de la unidad como SFS ó SFT. A este respecto Suramérica es afortunada pues cuenta con 17 depósitos de RF conocidos, 3 de los cuales pertenecen a Colombia (1).

Por estas razones el Proyecto de Fósforo IFDC/CIAT se encuentra empeñado en desarrollar una estrategia para el manejo del fósforo en relación a varios

cultivos y sistemas de cultivos que actualmente se emplean en los suelos ácidos infértiles de la América Latina tropical y subtropical. Así se han establecido una serie de ensayos de invernadero y campo en Colombia en los cuales se han experimentado muchas de estas RF suramericanas y sus productos de alteración con el fin de averiguar su efectividad agronómica con relación a varios cultivos. Hasta el presente muchos de estos portadores de fósforo parecen ser muy promisorios y en algunos casos se han mostrado superiores al SFT.

3. Resultados de la investigación

3.1 Uso directo de rocas fosfóricas

En un Oxisol de Las Gaviotas (Llanos Orientales), se realizó un ensayo de invernadero para comparar la efectividad agronómica de 18 rocas fosfóricas con relación al SFT. Los resultados de la suma de tres cortes de Panicum maximum se presentan en el Cuadro 2.

Las RFs que se conocen por su alta reactividad, tales como Carolina del Norte, Fosbayovar y Gafsa, se comportan tan bien como el SFT. Otras, como las de África del Sur, Florida, Huila, Maranhao, Arad y Pesca también parecen promisorias para aplicación directa. En general, la efectividad de todas las rocas aumentó con el incremento de las tasas de fósforo si se comparan con tasas iguales de este elemento aplicado como SFT.

En un experimento de campo conducido en un Oxisol de Carimagua (Llanos Orientales), con Brachiaria decumbens, se están comparando seis RFs con SFT. Este experimento a largo plazo, el cual fue establecido en 1976, tiene tasas de aplicación de fósforo al voleo e incorporado que van desde 0 hasta 400 Kg P₂O₅/Ha. Hasta el presente el pasto se ha cortado 11 veces y los resultados comparativos de rendimientos se presentan en el Cuadro 3. En todos los casos los rendimientos obtenidos a partir de las RFs se pueden comparar favorablemente con aquellos logrados con las dosis de fósforo aplicadas como SFT. A pesar de que los rendimientos iniciales fueron más altos cuando se utilizó SFT, el va

lor residual de las RFs parece superior al de los portadores con formas de fósforo más solubles. Según los resultados de este experimento, parece que una aplicación inicial de 50 Kg P_2O_5 /Ha es suficiente para mantener una buena producción de forraje.

3.2 Efectividad agronómica de la colocación del fósforo

En la Estación Experimental de CIAT-Quilichao, al sur del Valle del Cauca, se estableció un experimento de campo utilizando Trachypogon dactyloides con el objeto de determinar el mejor método de aplicación de fósforo como SFT a compañías de diferentes dosis de RF de Pesca aplicada al voleo e incorporada en un sistema de producción de forrajes. Los resultados que se muestran en el Cuadro 4 y que representan datos acumulados de 5 cortes, son algo sorprendentes en el sentido de que la aplicación de la RF de Pesca está produciendo tanto forraje seco como el SFT solo o en combinación con la RF. También es interesante notar que la RF aplicada superficialmente sin incorporar al suelo está dando resultados comparables con los demás tratamientos. Esto parece indicar que algunas RFs por lo menos se podrían utilizar como fuentes de fósforo en praderas establecidas.

Cuando este experimento se estableció, las parcelas testigo eran tan deficientes en fósforo que fue muy difícil obtener un buen establecimiento del pasto. Sin embargo, parece que con el tiempo se presenta una mineralización considerable. Como resultado, después de 5 cortes del pasto los testigos estaban produciendo cerca del 5% de los rendimientos de las parcelas tratadas con altas dosis de fósforo.

3.3 Efectividad agronómica de RFs con diferente tamaño del gránulo

Con el fin de determinar el efecto del tamaño del gránulo en la aprovechabilidad del fósforo de varios portadores de este elemento, se estableció un experimento en el invernadero, con maíz H-210, utilizando un Oxisol de Carimagua. Hasta el presente se han efectuado dos cosechas y los resultados están

consignados en el Cuadro 5. En el caso de las RFs más reactivas los rendimientos fueron aproximadamente los mismos para los materiales en polvo y minipranulados, los cuales son comparables favorablemente a los obtenidos con SFT y CFS. Cuando se utilizaron RFs menos reactivas la aprovechabilidad del fósforo disminuyó con el aumento en el tamaño del gránulo y los rendimientos no se comparan favorablemente con los de los portadores de fósforo soluble a cualquiera de los tamaños estudiados. Los rendimientos relativos disminuyeron marcadamente con todas las RFs cuando se usaron los gránulos del tamaño entre 10 a 14 mallas,

3.4 Efectividad agronómica de RFs en mezclas con SFT en diferentes relaciones

Para estudiar la efectividad agronómica de tres RFs colombianas, solas y combinadas con SFT, se estableció un experimento en CIAT-Quilichao utilizando una rotación arroz (CICA-8), maíz (Tetui 76). Hasta el presente se han obtenido dos cosechas de arroz y una de maíz; los resultados de éstas se presentan en el Cuadro 6.

En general, con la primera cosecha de arroz, los rendimientos aumentaron con cada incremento adicional de fósforo aplicado como RF, excepto en el caso de la RF Huila con la cual se consiguieron rendimientos cercanos al máximo cuando se utilizaron 50 Kg P_2O_5 /Ha. Con las RFs menos reactivas de Pesca y Sardinata, la relación 1:1 de RF:SFT generalmente dió rendimientos más altos y las dosis más bajas de fósforo. Esto ilustra la necesidad inicial de una forma soluble de fósforo cuando se utilizan dosis bajas de este elemento.

Los rendimientos del maíz no reflejan, bajo ninguna circunstancia, las dosis y combinaciones del fósforo aplicado con excepción de la RF Huila, la cual produjo rendimientos comparables a los del SFT cuando se usó la dosis más alta. Muchos de los tratamientos con RFs a las dosis bajas de fósforo adiabáticamente resultaron ligeramente mejores que el testigo sin fósforo.

La segunda cosecha de arroz mostró aumentos considerables en los rendimientos a todas las dosis y combinaciones del fósforo aplicado. Parece que se

han liberado cantidades significativas de fósforo de todas las RFs y los rendimientos del arroz fueron comparables con aplicaciones similares de fósforo como SFT.

En un experimento semejante que se lleva a cabo en CLAT-Cuilichao utilizando Brachiaria decumbens, después de seis cortes de esta gramínea los rendimientos fueron comparables con los descritos arriba para el arroz (Cuadro 7). A pesar de que en los dos primeros cortes los rendimientos fueron considerablemente más altos en el caso de tratamientos con altas proporciones de SFT, los rendimientos totales fueron más o menos los mismos, dentro de una dosis de fósforo dada, debido al valor residual de las RFs. En el caso de las dosis bajas de fósforo los rendimientos producidos por la RF de Sardinata, sin embargo, son algo bajos debido a su aparente baja reactividad.

3.5 Efectividad agronómica de mezclas cogranuladas de RFs con SFT y SFS

Cuando se aplica fosfato monoclásico al suelo se forma fosfato diclásico y ácido fosfórico. Con el objeto de sacar ventaja de este ácido, parece lógico que si se cogranula RF con SFS o SFT el ácido producido podrá reaccionar con la RF en lugar de ser disuélto en el suelo.

Con el fin de estudiar el efecto de la relación de RF a SFS o SFT en el rendimiento de maíz sembrado en un Oxisol de Carimagua, se estableció un ensayo de invernadero, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 8. En este cuadro se puede ver claramente que cuando se aumenta la proporción del fósforo soluble en la mezcla, los rendimientos aumentan correspondientemente. Cuando se comparan las relaciones de RF : SFT y RF : SFS aplicadas en forma de minigránulos o en polvo (Cuadro 9), parece que los minigránulos son fuentes más eficientes de fósforo cuando se usa una RF más reactiva como la de Florida. La RF menos reactiva de Pasca presenta resultados algo confusos puesto que estos varían dependiendo de si la RF está mezclada con SFS o con SFT. En general, cuando la RF Pasca está mezclada con SFT el producto en polvo parece ser superior a los minigránulos. Lo contrario sucede cuando esta roca se encuentra mezclada con SFT. Actualmente no hay una explicación clara de este comportamiento.

3.6 Efectividad agronómica de RFs parcialmente aciduladas

En el Cuadro 10 se presentan los resultados de una cosecha de arroz de secano (CICA-8) obtenida en Carimagua de un experimento establecido para determinar la efectividad agronómica de RF parcialmente acidulada con H_2SO_4 (la RF se aciduló con el 20% del H_2SO_4 necesario para obtener una reacción completa de la cual resultaría un SFS como producto final).

A una tasa baja de aplicación de 100 Kg P_2O_5 /Ha, hay un aumento en el rendimiento con el uso de RF Florida parcialmente acidulada si se compara con la no acidulada. La minigranulación promueve aún más este efecto. En el caso de la RF de Carolina del Norte (alta reactividad) parece que se presenta una ligera disminución de los rendimientos con la acidulación. Con la tasa más alta de fósforo todos los tratamientos se comparan favorablemente con el de SFT.

Se obtuvieron resultados similares en otro experimento establecido en Carimagua con RF de Florida acidulada parcialmente con H_3PO_4 (20%) en el cual se utilizó Panicum maximum como planta indicadora (Cuadro 11). Los minigránulos de RF parcialmente aciduladas dieron mejores rendimientos que la RF en polvo. También es interesante notar los buenos resultados obtenidos con los gránulos de tamaño regular (-6 a 14 mallas) de RF parcialmente acidulada cuando se utilizaron altas tasas de aplicación. El valor residual de estas partículas gruesas, agrónomicamente puede ser de gran significancia.

Aparentemente si las RFs parcialmente aciduladas van a tener un impacto agronómico, se deben usar aquellas de baja reactividad. Puesto que muchas de las RFs suramericanas son de baja reactividad, posiblemente una acidulación parcial puede resultar realmente benéfica. Actualmente se están realizando ensayos de selección de productos en invernadero con el fin de evaluar este aspecto.

4. Bibliografía

1. CLAT. 1978. Annual Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

2. FENSTER, W.P. y L.A. LEÓN. 1978. Management of phosphorus fertilization in establishing and maintaining improved pastures on acid, infertile soils of tropical America. p. 109-122. In Sánchez P.A. y L.E. Torgas Ed. Pasture production in acid soils of the tropics. Series 03 EG-5 CIAT, Cali, Colombia.
3. GUERRERO, R. 1975. Suelos del Oriente de Colombia. p. 61-92. En Borne-nisza E. y A. Alvarado Eds. Manejo de suelos en la América Tropical. University Consortium of soils of the tropics, Soil Science Dept., North Carolina State University, Raleigh, N.C., 27607, U.S.A.
4. LEÓN, L.A. 1964. Estudios químicos y mineralógicos de diez suelos colombianos. Agr. Trop. 20: 442-451. Bogotá.
5. LEÓN, L.A. y W.E. FENSTER, 1979. Management of phosphorus in the Andean Countries of Tropical Latin America. Paper presented at "ISMA Symposium of the importance of phosphorus in a-balanced fertilisation", in Monam-média, Morocco. In press.
6. SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soils of the tropics. Ed. F.A. Sánchez. John Wiley & Sons. New York.

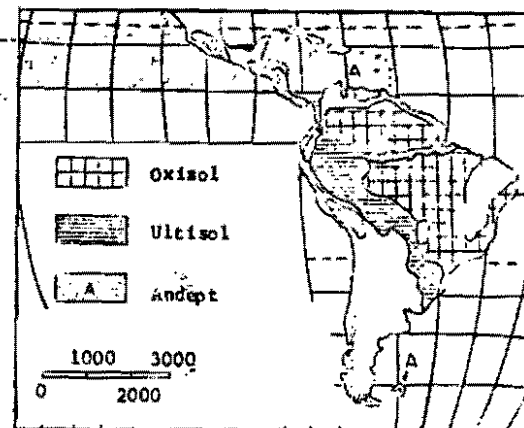


Figura 1. Distribución de Oxisoles, Ultisoles y Andepts en América Tropical.

Fuente : Fenster y León, 1979

adro 1. Distribución aproximada de algunos sub-órdenes de Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles en Sur América Tropical

Orden	Sub-orden	Area (millones de Ha)	Porcentaje del área
Oxisoles (Ferrisols)	Todos los sub-órdenes	636	45,3
Ultisoles (Acrisols)	Aquults Udults, Ustults y Humults	48 220 <u>268</u>	19,1
Inceptisoles	Aquepts Andepts Tropepts	1 32 81 <u>114</u>	2,3 8,2

Fuente : Sánchez, F.A. Properties and management of soils in the tropics - Cálculo del Mapa de Suelos del Mundo FAO-UNESCO ; Sur América y convertido a equivalentes de la Taxonomía de Suelos.

Cuadro 2. Efectividad agronómica relativa de rocas fosfóricas determinada por medio del rendimiento de Panicum maximum establecido en un Oxisol de Las Caviotas bajo condiciones de invernadero (suma de 3 cortes).

Fuente de fósforo	Rendimiento relativo, % ^{1/}			
	50	100	200	400
SFT	100	100	100	100
	(13,3) ^{2/}	(19,0)	(20,2)	(22,2)
Brasil				
abacte	11	33	52	55
Araxá	30	33	56	58
Catalao	5	6	22	38
Jacupiranga	12	13	19	51
Maranhao	60	69	86	91
Patos de Minas	27	42	66	72
Tapira	4	7	10	23
Colombia				
Huila	58	59	84	84
Pesca	56	61	80	83
Sardinata	29	44	68	74
Israel - Arad	52	62	95	92
Perú - Fasbayovar	99	79	104	91
Túnez - Gafsa	63	72	114	105
África del Sur	71	68	93	92
Estados Unidos				
Florida	59	71	85	91
Carolina del Norte	70	78	107	108
Tennessee	42	51	78	95
Venezuela - Lobatera	56	56	65	76
Testigo (0,6)				

^{1/} Se consideró como 100% el SFT aplicado dentro de cada dosis de fósforo

^{2/} Las cifras dentro de los paréntesis representan rendimientos de materia seca en g/pote.

Cuadro 3. Efectividad agronómica relativa de rocas fosfóricas de diferente procedencia, determinada mediante el rendimiento de *Brachiaria decumbens* establecido en Cariragua (suma de 11 cortes tomados en un período de 40 meses).

Fuente de fósforo	Rendimiento relativo, %			
	25	50 (Kg P ₂ O ₅ /Ha)	100	400
SFT anual	(20,6) ^{2/}	(31,6)	(32,3)	(39,2)
SFT residual ^{1/}	100 (19,4)	100 (27,0)	100 (28,0)	100 (33,7)
Florida (E.U.)	124	92	101	105
Fosbayovar (Perú)	121	79	105	106
Gafsa (Túnez)	106	107	107	101
Lulla (Colombia)	93	112	100	109
Pesca (Colombia)	109	81	112	113
Tennessee (E.U.)	104	76	96	107
Testigo (12,4)				

^{1/} Se asumió como 100% el rendimiento de las parcelas con SFT residual para cada dosis de fósforo aplicada

^{2/} Todos los números entre paréntesis corresponden a rendimientos de materia seca en Ton/Ha.

Cuadro 4. Manejo del fósforo en el establecimiento y mantenimiento del *Brachiaria decumbens* en un Ultisol de Quilichao

Tasa SFT (Kg P ₂ O ₅ /Ha)	Método de aplicación	Rendimiento relativo, % ^{1/}			
		Roca fosfórica Pesca (tratamiento basal)			
		0	100	200	400
		(Kg P ₂ O ₅ /Ha)			
0		53	87	98	100
50	Superficial	103	96	95	103
100	Superficial	88	98	106	-
50	Banda	58	85	95	100 ^{2/} (17,1) ^{3/}
100	Banda	84	75	102	-
50	Al voleo e incorporada	82	98	102	98
100	Al voleo e incorporada	104	103	102	-
50	Cintas	-	-	-	84
Pesca ^{4/}	Superficial	-	75	103	89

^{1/} Basado en la suma de cinco cosechas

^{2/} 400 Kg P₂O₅/Ha de Roca Fosfórica Pesca al voleo e incorporada, y 50 Kg P₂O₅/Ha de SFT en banda, se asumieron como 100%.

^{3/} La cifra entre paréntesis representa rendimiento de materia seca en Ton/Ha

^{4/} Se incluyó como tratamiento adicional.

Cuadro 5. Efecto del tamaño de gránulo de cinco rocas fosfóricas en el rendimiento de maíz establecido en el investigador en un Oxisol de Corti-magua

Fuente de fósforo	Rendimiento relativo, % ^{1/}		
	Pelvo (< 200)	Mediagránulo (- 60 + 150)	Gránulo Regular (- 6 + 14)
SFT	91	95	100 ^{2/} (17.7) ^{3/}
SFS	114	98	97
Arad (Israel)	116	84	18
Araxa (Brasil)	53	44	15
Florida (E.U.)	84	95	25
Carolina (E.U.)	95	97	55
Pesca (Colombia)	45	32	20
Testigo (2,4) ^{3/}			

- 1/ Basado en la suma de dos cosechas. Tasa P₂O₅ utilizada 200 Kg/ha
- 2/ Se asumió el SFT en pródigo y con 100%
- 3/ Rendimiento cañito de maíz en g/pote

Cuadro 6. Efecto de varias relaciones de SFT y tres rocas fosfóricas colombianas molas y en combinación, en el rendimiento relativo de arroz de secano y maní, en rotación en un Ultisol de Quilichao

Fuente de fósforo	Relación ^{1/} SFT:SFT	Rendimiento relativo, %								
		Arroz, 1978E			Maní, 1979A			Arroz, 1979B		
		50	100	200	50	100	200	50	100	200
		(kg P ₂ O ₅ /ha)								
SFT Banda	0:1	91	101	100 ^{2/} (5.5) ^{3/}	79	94	100 ^{2/} (3.8) ^{3/}	85	93	100 ^{2/} (7.2) ^{3/}
Evila	1:0	103	79	109	82	77	95	97	83	104
Kulla + SFT	1:1	99	108	111	72	80	86	76	84	104
Pesca	1:0	73	95	93	72	68	77	83	91	97
Pesca + SFT	1:1	79	94	103	69	73	74	86	91	96
Sardíneta	1:0	71	73	94	68	77	75	83	79	97
Sardíneta + SFT	1:1	65	65	94	75	74	84	83	86	97
		Testigo (2,9) ^{3/}			Testigo (2,5) ^{3/}			Testigo (4,9) ^{3/}		

- 1/ Con base en el contenido total de P₂O₅ de la fuente de fósforo
- 2/ Se asumió como 100% el rendimiento de las parcelas con SFT aplicado en banda a razón de 200 kg P₂O₅/ha
- 3/ Rendimiento de arroz peddy y maní cascascado en Ton/ha

Cuadro 7. Efecto de varias relaciones de S.F.T y tfoas rocas fosfóricas colombianas en el rendimiento del Brachiaria decumbens establecido en un Ultisol de Quilichao

Fuente de fósforo	Relación RF:S ^{1/}	Rendimiento relativo, % ^{1/}	
		100 (Kg P ₂ O ₅ /Ha)	200 3/ (21,2) ^{4/}
SFT	0:1	94	100 3/ (21,2) ^{4/}
Nulla	1:0	88	99
Nulla + SFT	3:1	64	103
Nulla + SFT	1:1	87	97
Nulla + SFT	1:3	84	94
Pesca	1:0	81	95
Pesca + SFT	3:1	95	93
Pesca + SFT	1:1	90	95
Pesca + SFT	1:3	102	118
Sardinata	1:0	71	84
Sardinata + SFT	3:1	80	93
Sardinata + SFT	1:1	72	91
Sardinata + SFT	1:3	82	90
Testigo - 63%			

1/ Basado en la suma de 5 cortes

2/ Basado en el contenido de P₂O₅ total de las fuentes de fósforo

3/ Se asumió como 100% el tratamiento de aplicación de SFT a razón de 200 Kg P₂O₅/Ha

4/ Rendimiento de materia seca en Ton/Ha

Cuadro 8. Efecto de la relación de roca fosfórica a superfosfatos simple y triple en el rendimiento relativo de maíz establecido bajo condiciones de invernadero en un Oxisol de Carimagua (suma de dos cosechas)

Fuente de fósforo	Rendimiento relativo, %				
	RF : SFS/SFT				
	1:0	3:1	1:1	1:3	0:1
SFS	-	-	-	-	100 2/ (18,9) 3/
SFT	-	-	-	-	91
Florida + SFS	71	70	91	99	-
Florida + SFT	71	72	92	98	-
Pesca + SFS	27	53	75	99	-
Pesca + SFT	27	64	70	89	-
Testigo - 16%					

1/ Se promediaron todas las dosis de P. Se utilizaron minigránulos (-48 + 150)

2/ Se asumieron los rendimientos con SFS como 100%

3/ Rendimiento de las dos cosechas de la parte aérea de maíz en g/pote

Cuadro 9. Efecto del tamaño del gránulo y de la relación de roca fosfórica a superfosfato simple y triple en el rendimiento relativo de arroz establecido en el invernadero en un Oxisol de Carimagua (suma de dos cosechas)

Fuente de fósforo	Relación RF : SFS/SFT	Rendimiento relativo, % ^{1/}	
		Polvo	Minigránulo (-40 + 150)
SFS	0:1	105	100 ^{2/3/} (18,9)
SFT	0:1	88	91
Florida	1:0	65	71
Florida + SFS	3:1	59	70
Florida + SFS	1:1	51	91
Florida + SFS	1:3	89	99
Florida + SFT	3:1	56	72
Florida + SFT	1:1	56	92
Florida + SFT	1:3	73	98
Pesca	1:0	46	77
Pesca + SFS	3:1	51	83
Pesca + SFS	1:1	63	75
Pesca + SFS	1:3	101	98
Pesca + SFT	3:1	55	74
Pesca + SFT	1:1	57	70
Pesca + SFT	1:3	79	93

Testigo - 16%

- ^{1/} Se promediaron las tres dosis de fósforo
- ^{2/} Se asumió el rendimiento del tratamiento con SFS como 100%
- ^{3/} Rendimiento de la parte aérea en g/planta

Cuadro 10. Efecto de nivel de acidulación con H₂SO₄, tasas de fósforo y granulación de dos rocas fosfóricas sobre el rendimiento de arroz establecido en un Oxisol de Carimagua

Fuente de fósforo ^{1/}	Tamaño de gránulo	Nivel de acidulación, % ^{2/}	Rendimiento relativo, %	
			100 (Kg P ₂ O ₅ /Ha)	200 (Kg P ₂ O ₅ /Ha)
SFT	Regular	100	81	100 ^{2/3/} (4,3)
Carolina	Polvo	0	79	93
Carolina	Polvo	20	74	98
Carolina	Minigránulo	0	93	112
Carolina	Minigránulo	20	84	109
Florida	Polvo	0	70	107
Florida	Polvo	20	81	109
Florida	Minigránulo	0	74	107
Florida	Minigránulo	20	95	100

Testigo - 42%

- ^{1/} SFT aplicado en banda y toda la roca fosfórica aplicada al voleo
- ^{2/} Se asumió SFT (200 Kg P₂O₅/Ha) como 100%
- ^{3/} Rendimiento de arroz en Ton/Ha

dro 11. Efecto de niveles de acidulación parcial con H_2O_4 , tasas de fósforo y granulación de roca fosfórica de Florida sobre el rendimiento de Panicum maximum establecido en un Oxisol de Carimagua

Fuente de fósforo	Tamaño gránulo	Acidulación %	Rendimiento relativo, % ^{1/}		
			50	100	200
			(Kg P_2O_5 /Ha)		
SFT	Regular	100	50	73	100 ^{2/} (5,0) ^{3/}
Florida	Polvo	0	20	53	73
	Linigránulos	20	53	63	82
	Regular	20	37	58	102

Testigo = 1,7%

- 1/ Basado en el primer corte
- 2/ Se asumió SFT (200 Kg P_2O_5 /Ha) como 100%
- 3/ Rendimiento de materia seca en Ton/Ha

TOLERANCIA DIFERENCIAL DE LAS PLANTAS A LA TOXICIDAD DE ALUMINIO Y BAJO CONTENIDO DE FOSFORO APROVECHABLE EN SUELOS ACIDOS

Dr. José G. Salinas