

 CIAT

64129

COLECCION HISTORICA

Luís Alfredo León S. 2/

SINOPSIS


Los resultados de los análisis de fósforo realizados en el Laboratorio de Suelos del ICA por el método de Bray II en un total de 54.745 muestras de suelos provenientes de 10 regiones naturales de Colombia; separadas en cada región por altitud sobre el nivel del mar, mostraron que se pueden distinguir áreas del país con contenidos de fósforo muy bajos, bajos, medios y altos. Las regiones naturales de los Llanos Orientales, Costa Pacífica y Selva Amazónica, apesar de que el número de muestras es muy reducido en comparación con su extensión, se pueden considerar como muy bajos en fósforo ( $< 5$  ppm. P).

La región del Valle del Bajo Magdalena se encontró que tiene suelos bajos en fósforo.

Con suelos cuyo contenido medio en este elemento se distinguen las regiones de la Sabana de Bogotá, Valle del Alto Magdalena y Valle del Cauca. La Costa Atlántica y el Desierto Guajiro se pueden considerar como regiones con suelos altos en fósforo. Las cordilleras Andinas, por su diversidad de suelos y climas, fué nece-

1/ Contribución del Programa de Suelos del ICA y del Proyecto Fósforo CIAT-ICA.

2/ Científico visitante-Proyecto fósforo CIAT-ICA. CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

  
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DOCUMENTACION

239433

30 OCT. 1998

sario separarlas por altitud. En las zonas bajas (0-600 m.s.n.m.), el fósforo es bajo, lo mismo que entre 1800 y 2400 m.s.n.m. El fósforo es muy bajo entre 600 y 1800 m.s.n.m. y medio en suelos que se encuentran a más de 2400 m.s.n.m. Los resultados señalan la importancia de este elemento para la mayoría de los suelos del país e indican la necesidad de investigar a fondo la forma más eficiente y económica de su utilización mediante el uso de fuentes de fósforo naturales o transformados.

---

El aumento en los rendimientos de los cultivos es un reto para países como Colombia, cuya economía está basada principalmente en la agricultura. Muchos de sus suelos son muy ácidos y pobres en fósforo para que se obtengan buenas producciones y algunos son salinos o alcalinos (7).

Las deficiencias de nutrimentos en los suelos colombianos están muy extendidas (7, 11), pero el potencial de la producción de cultivos puede ser alta si se usan las cantidades y los grados adecuados de enmiendas y fertilizantes.

Las propiedades de los suelos son muy variables (10), y se necesita información seria para poder realizar inversiones seguras en enmiendas y fertilizantes.

Los resultados de análisis de suelos y de ensayos de campo son una excelente fuente de información sobre las condiciones de los nutrimentos en el suelo (2).

En muchos países de latinoamérica los resultados de análisis de suelos se han relacionado con los estados, los suelos o las regiones fisiográficas y con los cultivos para los cuales se hizo el análisis (1, 2). Una primera aproximación de la evaluación de la fertilidad de los suelos en Colombia, fué realizada por María

y León (10), utilizando resúmenes de análisis de suelos. Esta incluía mapas de requerimientos de cal y fósforo divididos por áreas fisiográficas.

El objetivo de este trabajo fué el de correlacionar el contenido de fósforo aprovechable de los suelos, analizado por el método de Bray II, con los resultados de ensayos de campo, para diferencias áreas muy bajas, bajas, medias y altas en este elemento.

### MATERIALES Y METODOS

Los resúmenes de los análisis de suelos incluidos aquí se obtuvieron a partir de resultados analíticos realizados en 54.745 muestras de suelos enviadas por agricultores e investigadores desde Marzo de 1965 hasta Junio de 1975.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos del ICA en Palmira y la determinación de fósforo se hizo por el método de Bray II (9): solución extractora de HCl 0.1N y  $\text{NH}_4\text{F}$  0.03N. Relación suelo solución de 1:7 y tiempo de agitación de 40 segundos.

Los niveles críticos utilizados son una modificación de los obtenidos por el Programa de Suelos del ICA (12). En este caso se consideró un suelo como muy bajo con menos de 5 ppm. de P, bajo entre 5 y 15 ppm P, medio entre 15 y 30 ppm P y alto con más de 30 ppm. P.

Con el fin de agrupar las muestras analizadas en una forma racional, se dividió el país en 10 regiones naturales, de acuerdo al criterio usado por Guerrero (4) y dentro de cada región por altitud, separando cada 600 metros sobre el nivel

del mar hasta un grupo final que incluye aquellos suelos localizados a más de 3000 metros de altura. Las características generales de las regiones naturales se presentan en la Tabla 1. Guerrero (4) propuso esta división del país basado en diferencias de condiciones fisiográficas, clima y vegetación. Esta división concuerda con la climática propuesta por Schultes (13).

Con el fin de decidir, dentro de cada región, el estado del fósforo del suelo, se utilizó el siguiente criterio: muy bajo: más del 30% de las muestras analizadas tienen menos de 5 ppm. de P, o más del 50% tienen menos de 10 ppm de P; bajo: más del 50% de las muestras tienen menos de 15 ppm de P; medio: menos del 50% de las muestras tienen menos de 15 ppm de P y menos del 50% tienen más de 30 ppm de P; alto: más del 50% de las muestras tienen más de 30 ppm de P.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Las respuestas al fósforo en los suelos de Colombia están restringidas principalmente a regiones cuya altitud es media ó alta. Esta afirmación no es verdadera en todos los casos, debido a que los suelos de los Llanos Orientales, que representan el 27% del área total del país, se consideran como extremadamente deficientes en fósforo aprovechable (2, 7).

En las regiones frías del país, el fósforo es considerado como el nutrimento más limitante. En la mayoría de los casos, la producción de cereales y papa es extremadamente baja si el fósforo no se aplica en cantidades del orden de 100 y 350 kg  $P_2O_5$ /Ha, respectivamente.

Se ha demostrado que el suministro de fósforo a cultivos de clima frío produce las respuestas más significativas a los fertilizantes en Colombia (7, 11). Factores tales como el material parental (deposiciones de cenizas volcánicas en la mayoría de los casos), la acidez del suelo, la naturaleza de los productos de la intemperización y la temperatura, posiblemente se encuentran relacionados con las deficiencias generales de fósforo observadas en los suelos de estas regiones.

La Tabla 2 muestra el porcentaje de distribución de los suelos en 10 regiones naturales de acuerdo con los niveles críticos para fósforo previamente establecidos y la Figura 1 presenta al país dividido en regiones con suelos cuyo contenido de fósforo es muy bajo, bajo, medio y alto.

Los suelos de la Costa Atlántica y del desierto Guajiro se consideraron como altos en fósforo puesto que más del 50% de las muestras analizadas tenían más de 30 ppm de P. Esta apreciación está de acuerdo con los resultados del ICA en ensayos de fertilización en el campo (7, 8, 11), los cuales incluyeron algodón, arroz, maíz, sorgo, leguminosas de grano y yuca, donde se obtuvieron óptimos rendimientos sin la adición de fósforo o con pequeñas cantidades que oscilaban entre 30 y 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha.

Los suelos de la sabana de Bogotá, el Valle del Cauca y el Valle del Alto Magdalena se consideraron como medios en fósforo. En el área de la Sabana de Bogotá los ensayos de campo han mostrado que las respuestas de las hortalizas, maíz y la papa a la fertilización fosfórica no son tan altas como cuando estos ramos

Cultivos crecen en algunas zonas de las cordilleras Andinas (Departamentos de Antioquia y Nariño) (7).

En el Valle del Cauca, el maíz, el sorgo y la soya generalmente no han respondido a la fertilización con fósforo y las respuestas del algodón y la caña de azúcar a este nutrimento no son consistentes (11).

El algodón, el arroz, el maíz, el sorgo y la yuca responden a adiciones de 30 a 80 kg  $P_{205}$ /Ha en algunos de los suelos del Valle del bajo Magdalena, donde estos fueron catalogados como bajos en dicho nutrimento (7).

Las regiones naturales de la selva amazónica, la Costa Pacífica, los Llanos Orientales y las Cordilleras Andinas (a ciertas alturas) presentan los más altos porcentajes de suelos con poco fósforo aprovechable. Los informes del Programa de Suelos del ICA (7, 11), indican que en regiones de las Cordilleras Andinas tales como las pertenecientes a los departamentos de Nariño, Caldas, Antioquia y Boyacá, las necesidades de fósforo son muy altas (100 a 600 kg  $P_{205}$ /Ha), para cultivos tales como trigo, cebada, hortalizas, maíz, papa y pastos. El fósforo en los suelos de los Llanos Orientales es muy bajo y de acuerdo con investigaciones realizadas por el CIAT y el ICA, es casi imposible obtener cultivos tales como maíz, sorgo y frijol sin la adición de fertilizantes fosfatados (150-200 kg  $P_{205}$ /Ha) (3, 7).

#### Capacidad de fijación de fósforo.

La investigación y las experiencias con suelos colombianos han mostrado que

su química de los fosfatos es una de las propiedades de mayor significación para su uso agrícola (6, 7). Los componentes de los suelos ácidos colombianos que se consideran como reactantes más importantes con los fosfatos son: el aluminio intercambiable adsorbido en las arcillas (Llanos Orientales, Montañas Andinas y Costa Pacífica), el aluminio o los OH-Al unidos a la materia orgánica (Cordilleras Andinas), los OH-Al y OH-Fe superficiales o interlaminares (Sabana de Bogotá y Llanos Orientales), la alúmina (Cordilleras Andinas y Costa del Pacífico), y los sesquióxidos libres tales como goetita y hematita (Cordilleras Andinas, Valle del Cauca, Costa Atlántica y Pacífica y los Llanos Orientales)(6).

Los resultados reportados por León (5) en cuanto a la fijación de fósforo por suelos procedentes de 5 de las regiones naturales en estudio con relación a cantidades crecientes de fósforo añadido las cuales se pueden ver en la Figura 2, presentan una buena correlación con las respuestas a la fertilización fosfatada de algunos cultivos mostrados anteriormente. El suelo proveniente de la región andina fijó la mayoría del fósforo añadido hasta 800 ppm de P, seguido por el suelo de la Sabana de Bogotá. Las muestras de suelos del Valle del bajo Magdalena y de la Costa Atlántica fijaron cantidades apreciables de fósforo, pero el extraído por la solución utilizada, (HCl 0.05N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.025N) fué relativamente alto. El suelo proveniente del Valle del Alto Magdalena presentó la más baja capacidad de fijación. Este suelo fijó solamente cerca del 60% del fósforo añadido y ciertamente, los cultivos que crecen en los suelos de esta región requieren fósforo o responden a cantidades relativamente pequeñas de este elemento(7).

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con el objeto de elaborar un mapa sobre la distribución general de los suelos de Colombia, de acuerdo con su contenido de fósforo aprovechable, extraído por el método de Bray II, se utilizó la información existente sobre resultados analíticos de 54.745 muestras de suelos obtenidos por el Laboratorio de análisis de suelos para agricultores del ICA en Palmira. El país se dividió en 10 regiones naturales separando zonas por altitud dentro de cada región. Utilizando un criterio preestablecido, se encontró que los suelos de las Cordilleras Andinas (600 a 1800 m.s.n.m.), la Costa Pacífica, los Llanos Orientales y La Selva Amazónica presentan un contenido de fósforo aprovechable muy bajo; los suelos de las cordilleras Andinas (0 a 600 y 1800 a 2400 m.s.n.m.) y los del Valle del Bajo Magdalena son generalmente bajos en fósforo; aquellos de las Cordilleras Andinas (más de 2400 m.s.n.m.), el Valle del Alto Magdalena, el Valle del Cauca y la Sabana de Bogotá se pueden catalogar como medios y los de la Costa Atlántica y el Desierto Guajiro son en su gran mayoría altos en este elemento.

Los resultados de investigaciones realizadas en el campo por el Programa de Suelos del ICA y por el CIAT (En Carimagüa), confirman generalmente las apreciaciones sobre el estado del fósforo del suelo y las posibles respuestas de los cultivos obtenidos mediante información suministrada por los análisis de suelos.

Las respuestas al fósforo en Colombia han sido detectadas especialmente en regiones altas o intermedias. Esto no se puede generalizar puesto que los Llanos



Orientales representan un área extremadamente extensa en la cual la mayoría de sus suelos son muy deficientes en fósforo.

En las regiones más frías del país el fósforo es el elemento más claramente limitante y los suelos de estas regiones presentan una alta capacidad de fijación de fosfatos.

## LITERATURA CITADA

- 1.- ANON. 1967. ANNUAL REPORT. 1966. The fertilizer requirements of countries in Latin America. International Soil Testing. N.C. State University. Raleigh.
- 2.- \_\_\_\_\_ . 1968. ANNUAL REPORT. 1967. The fertilizer requirements of countries in Latin America. International Soil Testing. N.C. State University. Raleigh.
- 3.- \_\_\_\_\_ . 1972. ANNUAL REPORT. 1971. CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CALI-Colombia.
- 4.- GUERRERO, R. 1965. Suelos de Colombia y su relación con la Séptima Aproximación. Bol. 9. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Bogotá. p. 196.
- 5.- LEON, L.A. 1964. Estudios químicos y mineralógicos de diez suelos colombianos. Agricultura Tropical (Colombia) 20:442-451.
- 6.- \_\_\_\_\_ . 1967. Chemistry of some tropical acid soils of Colombia, S.A. Dissertation. Ph.D. in Soil Science. University of California. Riverside p. 191.
- 7.- \_\_\_\_\_ . 1972. Informe Anual de labores. 1971. Programa de Suelos. Departamento de Agronomía. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- 8.- LEON, L.A., A.H. MANZANO. A. CARDENAS, B. HINOJOSA, J.A. BRUGES y E. SARMIENTO. 1971. Resultados preliminares sobre la fertilización del algodón en algunas regiones de la Costa Atlántica. Programa Nacional de Suelos. Departamento de Agronomía. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- 9.- MARIN, G. 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos. II-Tipo de análisis y procedimientos. Agricultura Tropical. Colombia. 22:225-262.
- 10.- \_\_\_\_\_ , L.A. LEON. 1971. Generalidades sobre la fertilidad de los suelos colombianos. Boletín Técnico No. 11. Programa Nacional de Suelos. Departamento de Agronomía. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

- 11.- NAVAS, J., L.A. LEON y A.H. MANZANO. 1971. Informe Anual de labores 1970. Programa de Suelos. Departamento de Agronomía. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- 12.- \_\_\_\_\_, A.H. MANZANO y A.C. McCLUNG. 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos. II-Calibración del análisis. Agricultura Tropical. Colombia. 22:285-294.
- 13.- SCHULTES, R.E. 1951. La riqueza de la flora colombiana. Bogotá. Colombia, Rev. de la Acad. Colombiana de Ciencias Exact. Fic. y Mat. Vol. VIII:230-242

\*\*\*\*\*

ALS/mesil.-  
IX-16-76

TABLA 1.

## Características generales de las regiones naturales de Colombia

No.	Regiones Naturales	Precipitación anual mm.		Temperaturas oC.		Altitud m. s. n. m.		Area total %
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
01	Cordilleras Andinas	500	3.000	0	24	500	5.700	25.0
02	Sabana de Bogotá	850	1.050	12	15	2.500	2.750	0.1
03	Valle del Alto Magdalena	800	1.400	27	30	300	900	2.0
04	Valle del Cauca	800	1.100	24	26	900	1.500	0.3
05	Costa Pacífica	4.000	10.000	27	30	0	200	6.0
06	Costa Atlántica	700	1.200	27	29	0	500	2.6
07	Valle del Bajo Magdalena	1.200	3.000	27	30	0	900	4.0
08	Desierto Guajiro	200	300	28	32	0	100	1.0
09	Llanos Orientales	3.000	4.000	26	30	200	500	27.0
10	Selva Amazónica	3.000	5.000	26	29	100	500	32.0

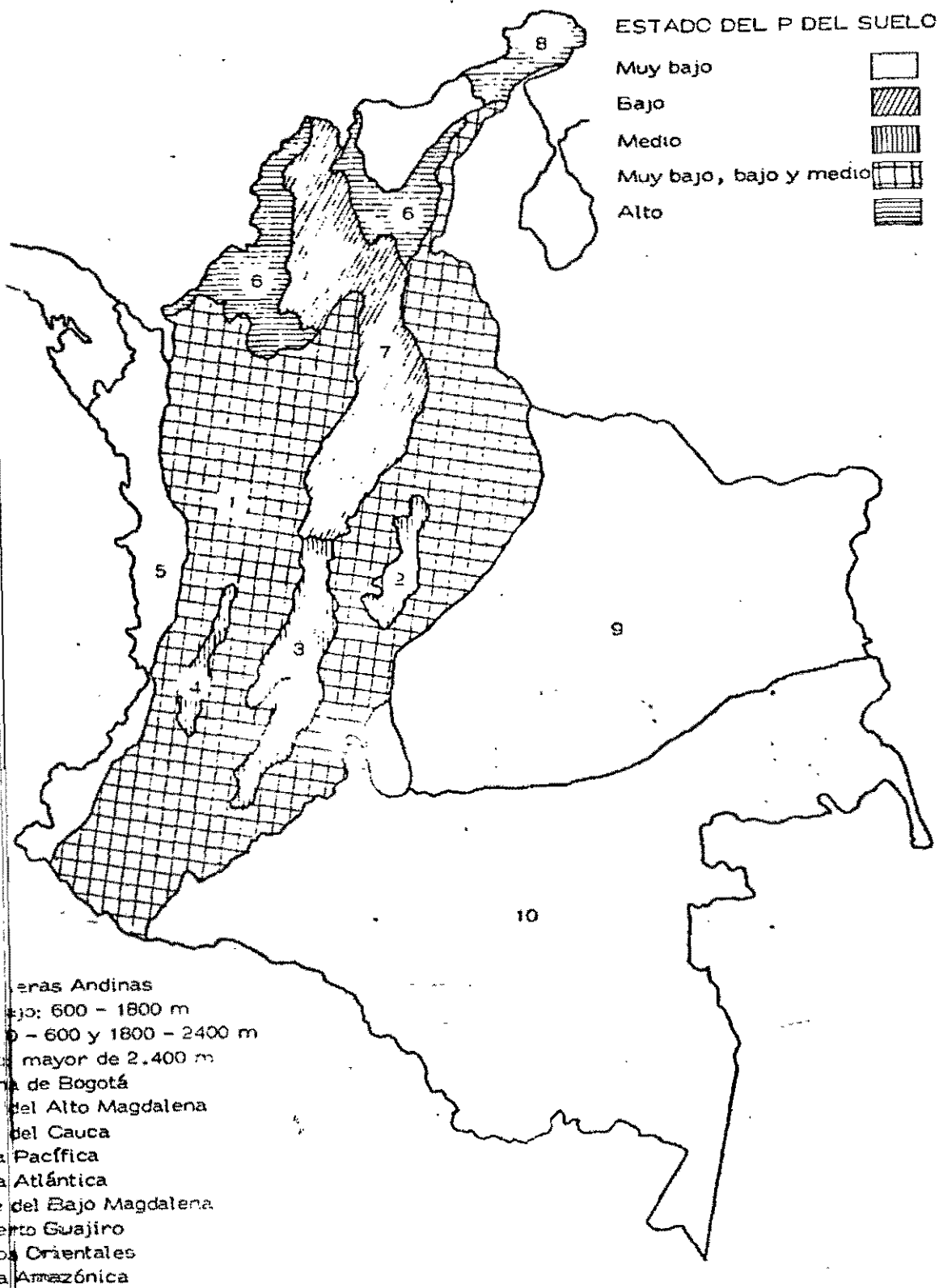
Tomado de Guerrero, R. (4).

TABLA 2. Distribución porcentual de los suelos superficiales de 10 regiones naturales de Colombia de acuerdo con su contenido en fósforo aprovechable.

No.	Región Natural	Porcentaje de las muestras de suelo estudiadas					Número de muestras
		ppm de P ( Bray II)					
		< 5	5-10	10-15	15-30	> 30	
1	Cordilleras Andinas						
	0 - 600 msnm.	28.2	18.3	10.3	19.1	24.2	4.201
	600- 1200 "	35.3	17.6	9.3	17.9	20.0	4.865
	1200-1800 "	42.6	20.9	8.3	15.5	12.7	7.710
	1800-2400 "	29.0	19.3	11.1	20.6	19.9	3.517
	2400-3000 "	14.1	16.5	12.3	23.6	33.6	3.542
	> 3000 "	13.6	17.7	14.7	27.5	26.4	469
2	Sabana de Bogotá(2400 a 3000 msnm.) *	6.7	12.1	10.0	24.4	46.9	3.047
3	Valle del Alto Magdalena(0-600 msnm)*	13.0	11.5	8.5	19.1	48.0	3.453
4	Valle del Cauca(600-1200 msnm)*	15.0	11.4	10.8	25.0	37.8	12.726
5	Costa Pacífica (0-600 msnm)*	38.7	17.4	9.9	21.6	12.4	1.485
6	Costa Atlántica(0-600 msnm)*	7.6	7.3	5.8	13.1	66.3	4.726
7	Valle del Bajo Magdalena(0-600 msnm)*	26.5	19.7	10.7	18.4	24.8	2.317
8	Desierto Guajiro(0-600 msnm)*	6.3	6.3	6.3	25.1	56.3	18
9	Llanos Orientales(0-600 msnm)*	31.5	19.4	9.5	17.8	18.8	2.328
10	Selva Amazónica(0-600 msnm)*	48.3	24.3	3.8	12.6	11.0	341

\*Altitud a la cual se encuentran el más alto porcentaje de las muestras estudiadas .

Fig. 1. Distribución general de los suelos en 10 regiones naturales de Colombia, de acuerdo con el contenido de fósforo aprovechable, extraído por el método Bray II



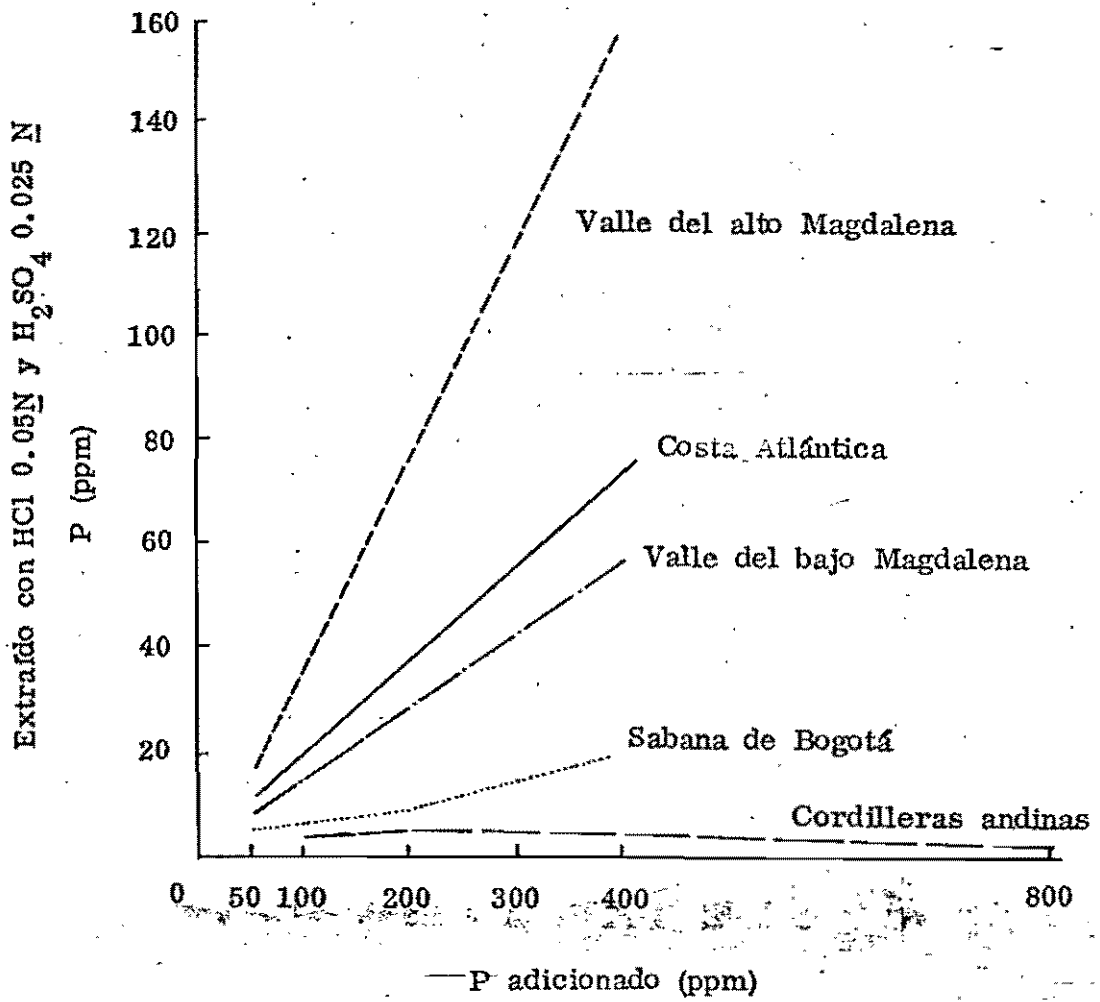


Fig. 2 Fijación de P en suelos provenientes de 5 regiones naturales de Colombia.