

ESTUDIO SOBRE LA FERTILIDAD DE OCHO SUELOS COLOMBIANOS

Por :

H. Jenny , F. T. BINGHAM , M. LLANO
y J. VLAMIS

VOL. 1

1.953

Nº 9

BOLETIN TECNICO

Se presentan los análisis químicos de ocho muestras de suelos del Valle del Cauca y los resultados obtenidos en ensayos con fertilizantes, usando la lechuga romana como indicadora de acuerdo con el método de estudio desarrollado por H. Jenny en California.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
Chinchiná

ESTUDIO SOBRE LA FERTILIDAD DE OCHO SUELOS COLOMBIANOS

Por:

H. Jenny, F. T. BINGHAM, M. LLANO
y J. VLAMIS

Antes de su permanencia en California, el doctor M. Llano de la Estación experimental de Palmira, Colombia, se encargó de enviar grandes cantidades de muestras de suelos colombianos a Berkeley.-Las muestras de suelos fueron colectadas en el departamento del Valle del Cauca en las localidades siguientes:

<u>Número de la muestra</u>	<u>Localidad</u>	<u>Vegetación actual</u>
S-450	Bitaco	Pasto (Potrero)
S-451	"	Bosque
S-459	Facultad de Agronomía (Palmira)	Pasto (Potrero)
S-460	La Providencia	Caña de azúcar
S-461	La Manuelita	Virgen, árbol de Guacimo
S-462	Río Paila	Caña de azúcar
12	Calima, superficie del suelo	Virgen, palmas
12A	Calima, subsuelo	Virgen, palmas

Los suelos fueron analizados por el señor Bingham de acuerdo con los métodos siguientes:

pH.- Potenciométricamente.- Se usó una relación suelo-agua de uno a dos.- La determinación se verificó 24 horas más tarde.

Carbono orgánico.- Combustión seca.- La materia orgánica se calculó multiplicando el valor del carbono por el factor 1.724.-

Nitrógeno total.- Kjeldahl.-

Capacidad total de cambio.- Desplazamiento del amonio con hidróxido de bario, después de la extracción de las bases.-

Bases intercambiables.- Se determinaron en el extracto de acetato de amonio, en la siguiente forma:

Calcio.- Volumétricamente, con permanganato de potasio.-

Magnesio.- Colorimétricamente, con hidroxiquinolina y reactivo para fenoles.-

Sodio.- Colorimétricamente, con acetato de zinc y uranilo y ácido sulfosalicílico.-

Potasio.- Colorimétricamente, con cobaltinitrito de sodio y nitroso-R-sal.-

Fósforo soluble.- Bingham.-

Fósforo total.- Fusión con carbonatos de sodio y potasio y luego determinación colorimétrica.-

Grado de saturación de las bases.- Se calcula dividiendo la suma de las bases por la capacidad total de cambio y multiplicando por ciento.-

Hidrógeno intercambiable.- Se calcula restando la suma de las bases de la capacidad total de cambio.-

Análisis mecánico.- Método del hidrómetro.-

Durante junio, julio y agosto de 1950, estos suelos fueron sometidos a las pruebas standard de fertilidad conducidas por la División de Suelos de la Universidad de California en Berkeley.-

Para explicar detalladamente la técnica de estas pruebas es conveniente transcribir algunos apartes de un estudio realizado por H. Jenny, J. Vlamis y W. E. Martin sobre la investigación en invernáculo de la fertilidad de los suelos de California, publicado en Hilgardia en mayo de 1950.-

Una nueva técnica de diagnóstico.- En esta nueva técnica se usa lechuga romana como planta indicadora y se hace uso del concepto de los rendimientos relativos en las plantas.- La lechuga romana se escogió debido a su rápido crecimiento y mayor resistencia a las enfermedades.-

Los ensayos de lechuga en macetas.- Las plantas se hacen crecer en potes o macetas de barro de seis pulgadas de diámetro, pintadas por dentro y por fuera con dos capas de pintura asfáltica, además de una capa de pintura de aluminio

en la parte exterior.- Para cada examen de suelo se necesitan 20 potes, con 1600 gramos de suelo seco, a los cuales se agregan elementos nutritivos en distintas combinaciones.- Cada ensayo consta de cinco tratamientos replicados cuatro veces, siendo uno de los tratamientos el testigo sin la adición de nutrientes.- El tratamiento completo (Véase la tabla A) incluye nitrógeno, fósforo y potasio, omitiéndose cada uno de estos nutrientes en tres tratamientos parciales.-

TABLA-A

COMBINACIONES DE NUTRIENTES AGREGADOS A 1600 GRAMOS DE SUELO

Símbolo y descripción	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
NOPOKO, testigo, ningún tratamiento	0	0	0
N2P3K1, tratamiento completo °	2X80 mg N	3X80 mg P2O5	80 mg K2O
NCP3K1, " parcial (sin nitrógeno)	0	3X80 mg P2O5	80 mg K2O
N2POK1, " parcial (sin fósforo)	2X80 mg N	0	80 mg K2O
N2P3KO, " parcial (sin potasio)	2X80 mg N	3X80 mg P2O5	0

°Los niveles del tratamiento completo a veces se modificaron para ajustarlo a las características especiales del suelo tratado.-

Los nutrientes se agregan en múltiplos de 80 miligramos por pote lo cual correspondería a 100 libras por acre.- Los números que van al pie de cada símbolo (Ver tabla A) indican el número de unidades de cada nutriente usado en el tratamiento dado.- El tratamiento patrón, completo, es N2P3K1 (Indica 2 unidades de nitrógeno, 3 de fósforo y una de potasio).- El número de unidades en el tratamiento completo se puede cambiar para adaptarlo a las características conocidas del suelo en cuestión: si se tiene un suelo que sea gran fijador de fósforo el tratamiento completo podría ser N2P6K1.-

El nitrógeno se agrega en forma de nitrato de amonio, el fósforo de fosfato monocálcico y el potasio como sulfato de potasio.- Estos materiales se agregan en solución y se mezclan completamente con el suelo seco al aire.-

A cada pote se le siembra una planta de lechuga Romana de un mes de edad sacada de un semillero hecho con tierra suelta de jardín.- Después de un período de crecimiento de 6 semanas en verano, u ocho e n invierno, las plantas se cosechan y secan a 70 grados C y luego se pisan.- Ejemplos de los ensayos con la lechuga se muestran en la tabla B

TABLA-B

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO DE "CAYUCOS ADOBE CLAY" (S244)

Tratamiento	Rendimientos individuales, seco a la estufa, en gramos	Rendimiento promedio en gramos	Rendimiento relativo en por ciento
NOPOKO	0.36, 0.32, 0.27, 0.21	0.29	4
N2P3K1	7.6 , 7.6 , 8.2 , 7.4	7.7	100
NOP3K1	2.2 , 2.4 , 1.5 , 2.9	2.3	30
N2POK1	0.19, 0.25, 0.20, 0.29	0.23	3
N2P3K1	6.6 , 7.9 , 7.2 , 6.9	7.2	93

=====

Conceptos del rendimiento relativo.- Es conveniente expresar los pesos secos de las plantas de lechuga en términos de rendimientos relativos, dividiendo el rendimiento producido por el tratamiento parcial por el rendimiento del tratamiento completo, y multiplicando luego el resultado por 100.- A sí, si los pesos de las plantas son 7.7 gramos para el tratamiento completo (N2P3K1) y, 0.23 gramos para el tratamiento "parcial sin fósforo" (N2POK1), el rendimiento relativo PO sería $\frac{0.23}{7.7} \times 100 = 3$ por ciento.-

Aunque los rendimientos absolutos varían considerablemente con la estación, los rendimientos relativos son mucho menos variables.- Experimentos llevados a cabo bajo control cuidadoso demuestran que en algunos suelos los rendimientos relativos PO tienden a ser especialmente bajos en suelos fríos (t menor de 15 grados C.).-

El rendimiento relativo es una medida del poder del suelo para suplir un nutriente dado, bajo las condiciones experimentales empleadas.- Mientras más alto sea el rendimiento relativo mayor será el contenido del suelo en nutrientes.- La misma planta indicadora (lechuga) y la misma cantidad de agua se usan durante todo el estudio.- En un sentido cualitativo el método es similar al de Mitscherlich (3)° y del cual Vandecaveye (4) dió una descripción preliminar.- El método ha sido usado por Bingham (1949) (1) para comprobar un ensayo químico en fósforo soluble.-

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO
E INVERNACULO CON LOS SUELOS COLOMBIANOS.

Suelos de Bitaco (Cordillera Occidental) S-450, S-451.- Cerca de Bitaco se recogieron muestras de suelos de las montañas de tierra roja al oeste de Cali.- Una muestra (S-450) se tomó en un potrero (pasto), la otra (S-451) en un bosque.- Estos dos suelos son representativos de los perfiles de tierra roja discutidos en otra publicación de esta serie (2)

°Los números entre paréntesis se refiere a la bibliografía que se cita al final.-

Un análisis químico mostró la composición siguiente:

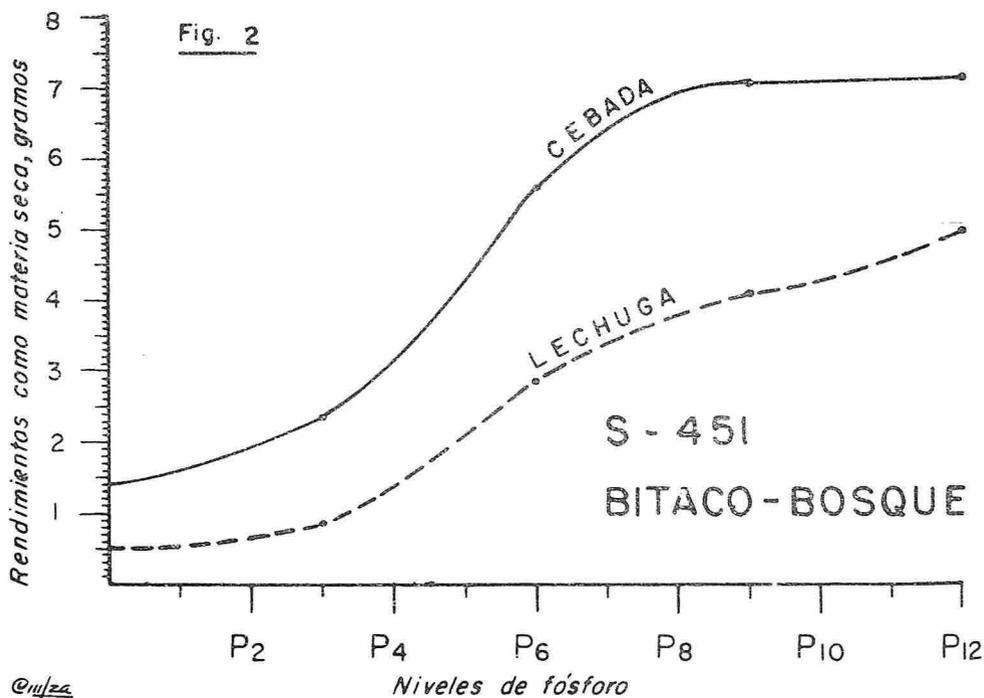
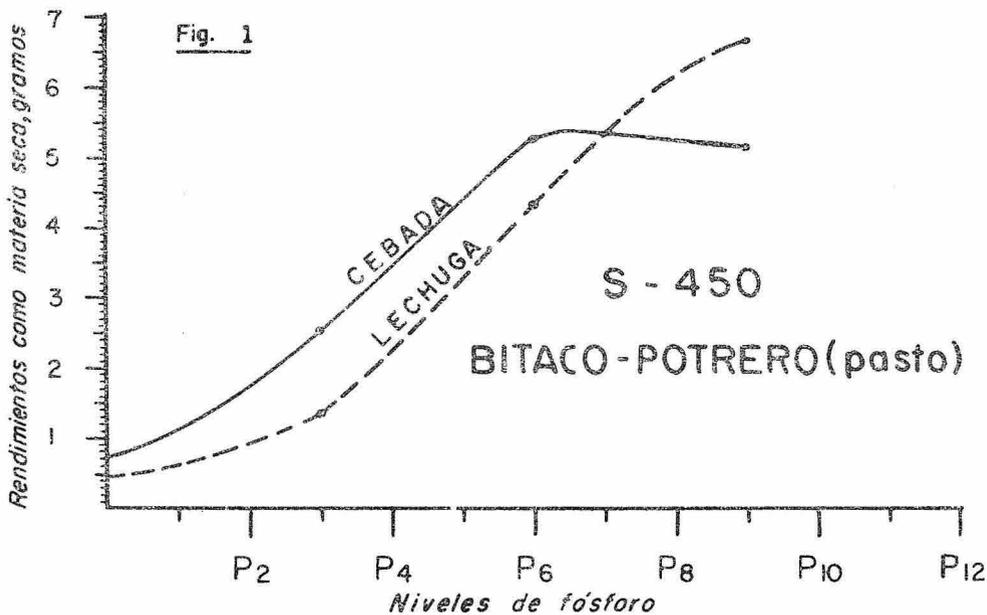
	Potrero (Pasto) (S-450)	Bosque (S-451)
pH	5.8	5.7
Carbono orgánico, por ciento	10.3	12.6
Materia orgánica, por ciento	17.8	21.7
Nitrógeno total, por ciento	0.86	0.96
C/N	11.9	13.1
NH ₄ capacidad intercambiable, milie quivalentes por 100 g.	46.1	56.6
Ca intercambiable, m.e. 100 g.	18.0	21.0
Mg intercambiable, m.e. 100 g.	7.63	5.47
K intercambiable, m.e. 100 g.	1.55	1.47
Na intercambiable, m.e. 100 g.	0.53	0.39
Suma de las bases intercambiables	27.71	28.33
Grado de saturación de bases, por ciento	60	50
Fósforo soluble, ppm	0.15	0.11
" total, por ciento	0.19	0.31
Arena (1-0.5 mm), por ciento	44.17	64.7
Limo (0.05-0.002 mm), por ciento	8.6	9.2
Arcilla (0.002 mm), por ciento	44.5	24.0

Estos dos suelos, bien drenados y derivados de diabasa son muy altos en materia orgánica y en nitrógeno total.- Las capacidades de intercambio de bases (NH₄) son también muy altas, resultando posiblemente de los contenidos altos de materia orgánica.- Los suelos son ácidos y contienen de 40 a 50 por ciento de iones intercambiables de hidrógeno.- Es notable la muy baja cantidad de fósforo soluble.-

Según indica la tabla 1, los rendimientos de las plantas en los suelos no tratados son muy bajos.- Bajo las condiciones normales del invernáculo de Berkeley, un buen rendimiento de lechuga corresponde a 5 ó 8 gramos de materia seca.- En otras palabras, los rendimientos de los suelos no tratados de Bitaco corresponden sólo a cerca de diez por ciento de los rendimientos de los suelos fértiles de California.- La adición de cal a los dos suelos no tratados no mejoró el rendimiento.-

El "tratamiento completo" N2P3K1, estimula el crecimiento significativamente, especialmente si se agrega la cal simultáneamente.- Los rendimientos de N2P3K1 más cal son de dos a siete veces más altos que los rendimientos del testigo, NOPOKO.- Sin embargo, hasta los rendimientos más altos producen sólo la mitad de los que podrían producir suelos excelentes.- Estudios adicionales revelan que el fósforo es un elemento limitante.- Esto se ve claramente en las figuras 1 y 2 que dan los rendimientos obtenidos en los tratamientos siguientes:

N2POK1; N2P3K1; N2P6K1; N2P9K1; N2P12K1



En los niveles altos de fósforo, P9 y P12, se obtienen rendimientos muy satisfactorios, rivalizando con los de los suelos más fértiles de California.- La forma en S de la curva indica una fijación pronunciada de fósforo por estos dos suelos.- Por eso, en la utilización práctica de fosfatos en el campo es posible que la aplicación en fajas produzca resultados superiores a la aplicación al voleo.-

TABLA 1

SUELOS DE BITAGO

(Rendimientos como materia seca)

Tratamientos	Potrero (pasto) S-450		Selva, S-451	
	Lechuga Cebada		Lechuga Cebada	
	Gramos	gramos	gramos	gramos
NOPOKO testigo	0.33	0.75	0.70	0.70
NOPOKO + cal	0.30	1.0	0.55	0.90
N2P5K1 (tratamiento completo)	1.37	2.50	0.83	2.35
N2P5K1 + cal	2.20	2.85	1.17	2.55

Suelo de la Facultad de Agronomía de Palmira, S-459.- Se consiguió una muestra de suelo, a una profundidad de ocho pulgadas, en un potrero (pasto) cerca de la Facultad de Agronomía, en la porción central del Valle del Cauca.- La reacción del suelo corresponde a pH 6.0.- Los valores para el carbono orgánico y nitrógeno total son 3.55 por ciento y 0.32 por ciento respectivamente, dando una relación de C/N de 11.1, y un contenido de materia orgánica de 6.1 por ciento, lo cual es típico de los suelos del Valle del Cauca (2).- La capacidad de intercambio de bases es de 29.6 miliequivalentes por 100 g de suelo.- Las cantidades de bases intercambiables expresadas como miliequivalentes por 100 g son:

Ca = 17.3, Mg = 8.89, K = 0.69, Na = 9.29

Su suma es 27.17, dando un grado de saturación de bases de $\frac{27.17}{29.6} \times 100 = 92$ por ciento.- Hay muy poca acidez en este suelo, un hecho que también se corrobora por la medida de pH.-

El fósforo total alcanza el nivel de 0.19 por ciento; PO4 soluble es 0.78 ppm, un valor algo alto.- La composición mecánica de la tierra fina (2mm) expresada en porcentaje es: arena = 59.6; limo = 8.3 arcilla = 31.7.-

Como se ve de la tabla 2, el rendimiento de la lechuga en el suelo no tratado es satisfactorio.- Es el 45 por ciento del rendimiento del tratamiento completo el cual es muy alto (8.5 gramos).- Hay que

juzgar este suelo como muy fértil.- La abundancia de los elementos nutritivos decrece en la secuencia siguiente:

potasa > nitrógeno > fósforo

De acuerdo con las normas de California, la aplicación de estos elementos no se justificaría económicamente.-

TABLA 2

SUELO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE PALMIRA (S-459)

(Rendimientos como materia seca)

Tratamientos	Lechuga	
	gramos	por ciento
NOPOKO testigo	3.8	45
N2P3K1 tratamiento completo	8.5	100
NOP3K1 sin nitrógeno	5.0	59
N2POK1 sin fósforo	3.3	39
N2P3KO sin potasio	7.1	84

Suelo de la Providencia, S-460.- Las propiedades de perfil de este suelo son las siguientes:

- 0-40 cm: negro claro (húmedo),
- 40-50 cm: zona de transición café claro, arcilloso franco,
- 50-70 cm: arcilloso franco con concreciones ferrosas
- 70-100 cm: concreciones de CaCO₃ semiblandas.-

El análisis del suelo superficial a una profundidad de ocho pulgadas revela los datos siguientes

pH = 6.1, indica una acidez ligera; carbono orgánico = 3.18 por ciento, que corresponde a 5.5 por ciento de materia orgánica.- La relación de carbono-nitrógeno es 12.7, un valor normal para un suelo del Valle del Cauca.-

La capacidad de intercambio de amonio es 31.2 miliequivalentes por 100 g de suelo.- Las cantidades de bases intercambiables son: Ca = 19.3, Mg = 10.60, K = 0.55, Na = 0.24.- Todas las cifras se expresan en miliequivalentes por 100 g de suelo.- La suma de las bases es 30.7 m.e.- El grado de saturación de bases es por lo tanto muy alto (98 por ciento), dejando sólo dos por ciento para el hidrógeno intercambiable.- A base de estos cálculos se esperaría que el pH del suelo se acercara a la neutralidad (pH7).- El contenido de fósforo total es de 0.10 por ciento.- El PO₄ soluble es 0.16 ppm. un valor algo bajo.-

Hay 54.6 por ciento de arena, 10.4 por ciento de limo y 34.5 por ciento de arcilla.-

El suelo no tratado (testigo) da un rendimiento extremadamente

bajo (Tabla 3) que no llega sino al cinco por ciento del rendimiento del tratamiento completo, el cual tampoco es alto.- Los tratamientos parciales revelan que hay buenas proporciones de nitrógeno y potasio y que el rendimiento bajo del suelo testigo se debió a una deficiencia severa de fósforo.- Se supone que tratamientos con mayores aplicaciones de fósforo, como N2P9K, aumentarían aún más el rendimiento.- La so la fertilización del suelo con fósforo debiera incrementar el crecimiento de los vegetales.-

TABLA 3
SUELO DE LA PROVIDENCIA (S-460)
(Rendimientos como materia seca)

Tratamientos	Lechuga	
	gramos	por ciento
NOPOKO, testigo	0.23	5
N2P3K1, tratamiento completo	4.4	100
NOP3K1, sin nitrógeno	3.3	75
N2POK1, sin fósforo	0.40	9
N2P3KO, sin potasio	4.1	93

Suelo de la Manuelita, S-461.- Al lado occidental de la porción central del Valle del Cauca se hallan suelos bien abastecidos de materia orgánica con concreciones de cal en el subsuelo.- Parece que estos suelos están relacionados a "chernozemes", aunque el clima y la vegetación son totalmente diferentes de las regiones de "chernozem" de los Estados Unidos y de Rusia.-

La muestra S-461 es un suelo virgen superficial que se recogió bajo un árbol de Guácimo.- La reacción es ligeramente ácida, pH6.0.- El contenido de carbono orgánico es 3.55 por ciento (6.1 por ciento de materia orgánica) y el contenido total de nitrógeno es 0.32 por ciento.- La relación carbono nitrógeno es 11.1.- Estos valores son idénticos a los del suelo de la Facultad de Agronomía y concuerdan bien con los suelos del Valle del Cauca recogidos por el Dr. Jenny en la misma vecindad (Palmira) (2).-

La capacidad de intercambio es 25.6 miliequivalentes por 100 g de suelo.- Los valores correspondientes para las bases intercambiables son: Ca = 12.5, Mg = 5.43, K = 0.80, Na = 0.41.- Su suma es 19.14, dejando 25.6 - 19.14 = 6.5 miliequivalentes para asignarse a los iones de hidrógeno.- El grado de saturación de bases es del 75 por ciento. El contenido de fósforo soluble es de 3.08 ppm., un valor extremadamente alto.- El fósforo total es también alto: 0.32 por ciento.-

El análisis mecánico de 63.5 por ciento de arena, 10.0 por ciento de limo y 23.0 por ciento de arcilla.-

Los rendimientos de las plantas cultivadas en este suelo son notablemente altos (Tabla 4).- Los potes sin tratamiento dan un rendimiento

miento normal de lechuga de 5.1 gramos, el cual es más alto que el de muchos suelos que reciben tratamiento completo.- No existe escasez de fósforo y hay buena cantidad de potasio.- Hay una deficiencia ligera de nitrógeno, pero no es probable que sea de suficiente magnitud para hacerse sentir bajo condiciones de campo.- Los rendimientos de lechuga con tratamiento completo exceden, por lo general a 9.1 gramos, un valor sorprendente que rara vez se obtiene en los suelos de California. Con todos los tratamientos las plantas de lechuga parecieron bastante vigorosas y fuertes.-

TABLA 4
SUELO DE LA MANUELITA (S-461)
(Rendimientos como materia seca)

Tratamiento	Lechuga		Cebada	
	gramos	por ciento	gramos	por ciento
N0P0K0, testigo	5.1	62	3.9	77
N2P3K1, tratamiento completo	8.2	100	5.1	100
N0P3K1, sin nitrógeno	5.5	67	4.5	88
N2P0K1, sin fósforo	8.1	99	5.0	98
N2P3K0, sin potasio	9.1	110	5.5	108

=====

Suelo de Río Paila, S-462.- Este suelo se recogió en una plantación de caña de azúcar en la región septentrional del Valle del Cauca, en donde se había fertilizado la tierra.- Se obtuvieron los siguientes datos analíticos:

La reacción del suelo es ligeramente ácida, pH 6.2.- El contenido de carbono orgánico y el de materia orgánica son 2.86 y 4.9 por ciento, respectivamente.- El nitrógeno total es 0.24 por ciento, dando una relación carbono-nitrógeno de 11.9.-

La capacidad de intercambio es alto para un suelo del Valle del Cauca, es decir 41.6 miliequivalentes por 100 g de suelo.- Los valores correspondientes para las bases intercambiables son: Ca = 21.0, Mg = 16.30, K = 0.63, Na = 0.86.- La suma es 38.8, dejando 2.8 m.e para asignarse a los iones de hidrógeno.- El grado de saturación de bases es alto, es decir 93 por ciento.-

El contenido de fósforo soluble es de 0.35 ppm.-

El contenido total de fósforo es de 0.11 por ciento.-

El suelo contiene 46.5 por ciento de arena, 9.2 por ciento de limo y 44.0 por ciento de arcilla.-

La tabla 5 indica que en el suelo no tratado no crecen satisfactoriamente las plantas.- En contraste, el rendimiento en el tratamiento completo es muy alto y satisfactorio.- Los tratamientos parciales revelan que la causa principal para este comportamiento deficiente del

suelo original (testigo) es el contenido bajo de fósforo disponible.- Hay abundancia de potasio.- Hay una pequeña deficiencia de nitrógeno que no llega a ser seria.-

Aunque los rendimientos absolutos de lechuga y cebada difieren, ambos tipos de plantas indican el mismo orden de abastecimiento en los elementos, es decir:

potasio > nitrógeno > fósforo

En general, se ha encontrado que la cebada es un indicador menos sensible de la deficiencia de fósforo que la lechuga.- La falta de fósforo aprovechable en este suelo (S-462) es menos severa que en los suelos de Bitaco, puesto que éstos necesitan una adición de fósforo de P9 para producir crecimiento satisfactorio mientras que sólo se requiere P3 para el suelo de Río Paila.-

TABLA 5

SUELO DE RIO PAILA (S-462)

(Rendimientos como materia seca)

Tratamiento	Lechuga		Cebada	
	gramos por ciento		gramos por ciento	
NOPOKO, testigo	0.70	9	0.95	22
N2P3K1, tratamiento completo	7.5	100	4.3	100
NOP3K1, sin nitrógeno	3.0	40	2.2	51
N2POK1, sin fósforo	1.0	13	1.4	32
N2P3KO, sin potasio	8.0	107	4.6	107

Los suelos de Calima, 12 y 12A.- El Dr. V.M. Patiño tomó las muestras de suelo de la selva 11 u-
viosa forestal del Calima, al norte de Buenaventura.- La muestra 12 es un suelo de la superficie, mientras que 12A es un subsuelo.-

Se determinaron las propiedades siguientes de suelo:

	12	12A
	<u>Suelo superficial</u>	<u>Subsuelo</u>
pH	4.6	5.1
Carbono orgánico, por ciento	7.89	2.74
Materia orgánica, por ciento	13.6	4.7
Nitrógeno total, por ciento	0.65	0.25
Relación carbono-nitrógeno	12.1	11.0
NH4 capacidad de intercambio (Miliequivalentes por 100 g de suelo)	28.2	14.1
Ca intercambiable, m.e./100 g	0.67	0.27

	12	12A
	<u>Suelo superficial</u>	<u>Subsuelo</u>
Mg intercambiable, m.e./100 g	0.38	0.18
K intercambiable, m.e./100 g	0.35	0.09
Na intercambiable, m.e./100 g	0.17	0.16
Suma de las bases intercambiables	1.57	0.70
Grado de saturación de bases, por ciento	5.6	5.0
Fósforo soluble, ppm	trazas	trazas
Fósforo total, por ciento	0.18	0.12
Arena, por ciento	77.8	79.4
Limo, por ciento	11.0	10.1
Arcilla, por ciento	9.0	7.9

Las zonas de donde se tomaron las muestras en Calima se abrieron en 1945.- La precipitación anual media excede 350 pulgadas (cerca de 10000 mm.).- El suelo pertenece a los "suelos pardo-amarillo tropicales" (2).- La reacción del suelo, el carbono orgánico y el nitrógeno no total concuerdan con las muestras recogidas en 1946 por Jenny y dados en la tabla 11 del trabajo citado (2).-

Los datos químicos reflejan claramente las influencias adversas del clima caliente y extremadamente húmedo que aumenta la posibilidad de lixiviación de elementos en el suelo.-

Los suelos son ácidos.- En particular la suma de las bases intercambiables es muy baja; la masa de iones intercambiables está formada de iones de hidrógeno.- El grado muy bajo de saturación de bases, 5.6 y 5.0 por ciento, permiten anticipar problemas de deficiencias minerales.- El contenido de fósforo disponible es tan bajo que sólo se pueden medir trazas.-

Desgraciadamente, la cantidad de suelo disponible para la experimentación fue demasiado pequeña para conducir las pruebas en macetas.

Como no se podía tratar el suelo, los rendimientos de lechuga eran extremadamente bajos, menos de un décimo de un gramo.- Después de agregar cantidades muy grandes de nitrógeno, fósforo y potasio, es decir N4P18K2, el crecimiento continuó siendo muy deficiente (1.1 - 1.5 gramos).- La adición de cal en cantidad de cuatro toneladas de CaCO3 por acre a la fertilización mencionada, no mejoró los resultados.- La cal en cantidad de ocho toneladas por acre resultó beneficiosa en cuanto produjo rendimientos de 1.8 y 2.0 gramos, valores todavía bajos.- La misma cantidad de cal con N4P6K2 -que contiene sólo un tercio de la cantidad de fósforo- no produjo mejores resultados que N4P6K2 solo (rendimiento de 0.4 gramos).-

Estos datos sugieren que el efecto benéfico de la cal se manifiesta solo después de que se haya corregido parcialmente la deficiencia extrema de fósforo.- Teniendo en cuenta el valor bajo de magnesio intercambiable del suelo, a una maceta con subsuelo 12A sólo habría que añadirle una tonelada por acre de MgCO3 y tres toneladas por acre de CaCO3 y N4P18K2.-

El rendimiento de lechuga que se obtuvo fue muy satisfactorio, 6.6 gramos.- Los resultados sugieren una deficiencia de magnesio, pero los datos son demasiado escasos para permitir conclusiones definitivas.-

Se puede concluir que los dos suelos del Calima son de fertilidad muy baja y que su restauración no es un asunto sencillo de N P K.- El rendimiento satisfactorio obtenido aplicando grandes cantidades de fósforo, cal y una dosis de magnesio nos permite abrigar la esperanza de que un estudio más sistemático nos guíe con éxito en la mejora de esos terrenos.-

CONCLUSION GENERAL

Los ocho suelos colombianos investigados revelan una variedad amplia en fertilidad, desde una gran abundancia (el suelo de la Manuelita) hasta casi insuficiencia (el suelo de Calima).-

En cuatro suelos (S-459, S-460, S-461 y S-462) fue posible valorar con precisión los niveles nutritivos para N, P y K.- Dos suelos (S-450, S-451) permitieron la valoración del nivel de P.- El elemento presente en mayor abundancia es el potasio.- No se determinó ninguna deficiencia de potasa como se la juzga por la prueba de lechuga, calibrada para las condiciones de California.- El nitrógeno disponible parece ser menos abundante que el potasio, sin embargo -de nuevo con base en las normas californianas- no existe deficiencia grave.- No obstante, es posible que el suelo S-462 esté acercándose al límite en el cual la fertilización con nitrógeno pueda llegar a ser económicamente aconsejable.-

El cuadro de fósforo es notable.- Cuatro suelos (S-450, S-451, S-460 y S-462) son bajos en contenido de fósforo y probablemente responderán favorablemente a las aplicaciones de campo.- Un suelo (S-459) tiene una cantidad media de fósforo y el otro (S-461) una cantidad alta.-

Puesto que la deficiencia de fósforo parece ser el problema crucial, sería conveniente comparar con más detalle el rendimiento y diversa aplicación de fósforo.-

Es evidente que no hay correlación entre el contenido total de fósforo del suelo y las reacciones del rendimiento al abono fosfatado. Mejor relación existe entre el rendimiento y el fósforo soluble.- Puesto que las plantas crecen bajo condiciones idénticas en una estación no muy variable, es posible comparar los pesos reales de las plantas. En la tabla 6 los rendimientos absolutos PO obtenidos sin aplicaciones de fósforo pero con aplicaciones de nitrógeno y potasa (N2POK2) están relacionados con el PO4 soluble.- La correlación es satisfactoria y merece más investigación, especialmente a la luz de los estudios correspondientes hechos en California.- Debe notarse, que la correlación en la tabla 6 se refiere a las plantas de lechuga crecidas en potes.-

TABLA 6
LOS RENDIMIENTOS ABSOLUTOS PO DE LECHUGA
CON RELACION AL PO4 SOLUBLE

Número de la muestra de suelo.-	PO soluble ppm en extracto del suelo	Peso seco de Lechuga (Tratamiento N2 POK2) gramos.-
S-451	0.11	0.50
S-450	0.15	0.47 muy bajo
S-460	0.16	0.40
S-462	0.35	1.0
S-459	0.78	3.3
S-461	3.08	8.1 excelente

Para extender estas observaciones con la lechuga a otras plantas crecidas en el campo debe averiguarse una calibración del PO4 soluble con pruebas de campo, tales como las que se han conducido en California en más de 200 localidades.-

La cantidad y el tipo de abono fosfatado que se debe aplicar en el campo dependen, entre otras cosas, del poder de fijación de fósforo del suelo,- Se investigó este aspecto midiendo la cantidad de PO4 que el suelo adsorbe al filtrarse a través de él una 1/40 molar de KH₂PO₄.- Los resultados se dan en la tabla 7 con las reacciones del crecimiento de lechuga a una aplicación de N2P3K2.-

Los resultados son notables.- Los primeros tres suelos tienen poderes de fijación de PO4 de menos de 1000 ppm y las reacciones de rendimiento a P3 son muy grandes.- Los cuatro suelos siguientes tienen capacidades de fijación de 5000 ppm y más, y los aumentos en el rendimiento producidos por tratamientos de P3 son muy pequeños.- Aunque estas son medidas enteramente arbitrarias para los siete suelos bajo consideración, se indica claramente una relación opuesta entre el poder de fijación de fósforo del suelo y la reacción de la planta a la aplicación de este elemento.-

TABLA 7

EL PODER DE FIJACION DE FOSFORO DE LOS SUELOS Y REACCIONES
DEL RENDIMIENTO DE LECHUGA A LA APLICACION DE FOSFORO

Número de la muestra de suelo.-	Fijación de fósforo ppm PO ₄ .-	Aumento en el rendimiento de lechuga: Rendimiento del tratamiento N2P3K2 menos el rendimiento del tratamiento N2POK2.-
S-462	650	7.5 - 1.0 = 6.5
S-460	370	4.4 - 0.40 = 4.0
S-459	950	8.5 - 3.3 = 5.2
S-450	5630	1.37 - 0.47 = 0.90
S-451	6870	0.83 - 0.5 = 0.33
12A	6890	0.4 - 0.05 = 0.4
12	7540	muy pequeño - muy pequeño = muy pequeño

=====

Hablando en términos generales, es digno de notar que los suelos colombianos que son bajos en fertilidad pueden aumentar grandemente su productibilidad por la sola aplicación de elementos nutritivos, especialmente N, P, K.- El suelo del Calima necesita tratamiento especial inclusive, tal vez, aplicaciones de magnesio.-

R E S U M E N

Se presentan análisis químicos y estudios sobre la fertilidad de los suelos colombianos del Departamento del Valle del Cauca.-

Los suelos muestran una variación amplia en la fertilidad del suelo.-

El suelo de la Manuelita es extremadamente fértil, mientras que el suelo del Calima es muy pobre.-

La mayoría de los suelos pueden hacerse productivos por aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasa.-

Los problemas primarios de fertilidad parecen estar relacionados con una deficiencia de fósforo.- 11

BIBLIOGRAFIA

- 1)- BINGHAM, F.T.- Soil test for phosphate.- California. Agriculture 3: 11-14. 1949.-
- 2)- JENNY, HANS.- Los grandes grupos de suelos en las regiones ecuatoriales de Colombia (Sur América).- Federación Nacional de Cafeteros, Boletín Técnico N° 7. Chinchiná, 1953.-
- 3)- MITSCHERLICH, E.A.- Die Bestimmung des Dungebedurfrisses des Bodens. 119 p. P. Parey. Berlin, 1930.-
- 4)- Vandecaveye, S.C.- Biological methods of determining nutrients in soil. p. 119-230 in: Bear, F. E., et al. Diagnostic techniques for soils and crops. XXII + 308 p. The American Potash-Institute, Washington D.C. 1948.-

