



Comunicación Técnica No. 7
Estación Experimental "Pichilingue"
Diciembre-1983

Nelson Motato A.
Francisco Mite V.

ESTADO ACTUAL DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEDICADOS AL CULTIVO DEL CAFE EN LA PROVINCIA DE MANABI

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
E C U A D O R**

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

ESTADO ACTUAL DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEDICADOS AL CULTIVO DEL CAFE EN LA PROVINCIA DE MANABI

Nelson Motato A.*
Francisco Mite V.**

INTRODUCCION

El cultivo del café desempeña un rol importante dentro de la economía del país, después del petróleo, pues es fuente de trabajo para miles de ecuatorianos y es la actividad que genera la mayor cantidad de divisas para el país.

Siendo este cultivo uno de los rubros productivos de mayor importancia socio-económica y tomando en consideración la escasa información técnica existente, particularmente para la provincia de Manabí, acerca de los múltiples aspectos que inciden en su productividad, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), mediante convenio con el Programa Nacional del café (PNC), inició investigaciones científicas al respecto.

Es así como el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" realizó un estudio a fin de evaluar el estado actual de la fertilidad de los suelos dedicados al cultivo del café. Los resultados obtenidos permitieron, por un lado, seleccionar los elementos limitantes para futuros trabajos de campo y, por otro, poder establecer tentativamente el tipo de fertilización a utilizarse en este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.

1. Toma y preparación de las muestras de suelos

Las muestras de suelos, que sirvieron para efectuar los trabajos de laboratorio y luego de invernadero, se tomaron en lotes representativos de 20 haciendas cafetaleras situadas en los sectores Norte, Central y Sur de la provincia de Manabí. Los nombres y localización de estos se indican en el Cuadro 1 y en la Figura 1.

2. Trabajo de laboratorio

Preparadas las muestras se tomaron 2 kg de cada uno de los suelos, las cuales sirvieron para realizar los trabajos en el laboratorio. Este consistió básicamente de dos fases: en la primera, se determinó la capacidad de fijación de los nutrimentos minerales y, en la segunda, se hicieron los análisis químicos de rutina.

En esta parte del trabajo, mediante curvas de extracción, se determinó cuanto de cada nutrimento deficiente era necesario agregar, a cada uno de los suelos estudiados, para que, después de llenar su capacidad de fijación, quede suficiente cantidad disponible para las plantas.

* Ing. Agr. Asistente Dpto. Suelos-E.E.T. Pichilingue

** Ing. Agr. Ms. Sc. Jefe Dpto. Suelos-E.E.T. Pichilingue.

3. Pruebas de invernadero

Una vez que se determinó la capacidad de fijación y las cantidades que debían agregarse a cada suelo, se procedió a instalar las pruebas de disponibilidad de nutrientes minerales en invernadero. Para el efecto se utilizó la prueba del "elemento faltante". La metodología que se empleó es la expuesta por Hunter (3).

Cuando se detectaba en el laboratorio un nivel bajo, para un nutriente dado, este se agregaba al tratamiento "completo" y en el tratamiento complementario se probaba la exclusión del mismo. Si el nivel encontrado era alto, no se lo adicionaba al "completo" y en el tratamiento complementario se incluía el nutriente. Si el suelo examinado es por naturaleza rico, en el elemento excluido o agregado, no podrán observarse diferencias en el rendimiento; pero, si el suelo es deficiente, cuanto más lo sea, la diferencia será mas marcada.

Los tratamientos fueron aplicados al suelo en forma de soluciones nutritivas, excepto el N que se aplicó con el agua de riego, para lo cual se usó una solución que contenía 2.5 g de NH_4NO_3 por cinco litros de agua.

Para cada suelo se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con cuatro repeticiones. Para esto en cada tratamiento se usaron cuatro maceteros de plástico, los cuales se llenaron con 500 ml de tierra que previamente habían recibido el respectivo tratamiento.

Preparadas las macetas se sembraron semillas de sorgo (*Sorghum vulgare L.*) y cuando germinaron se dejaron 15 plantas por macetero. Al cabo de 36 días de crecimiento se cortaron las plantas al nivel del suelo. Luego se secaron en estufa a 70°C hasta obtener peso constante.

Para mantener las plantas bajo un adecuado suministro de agua se utilizó el método de irrigación por capilaridad.

4. Métodos de evaluación

La interpretación de los resultados de los análisis químicos de suelos se hizo de acuerdo a los patrones utilizados por el laboratorio de la Estación Experimental "Boliche" del INIAP.

La evaluación de las respuestas de las plantas a la fertilización se la realizó en base a la materia seca sintetizada. Las diferencias entre tratamientos se analizaron utilizando la prueba de diferencia mínima significativa.

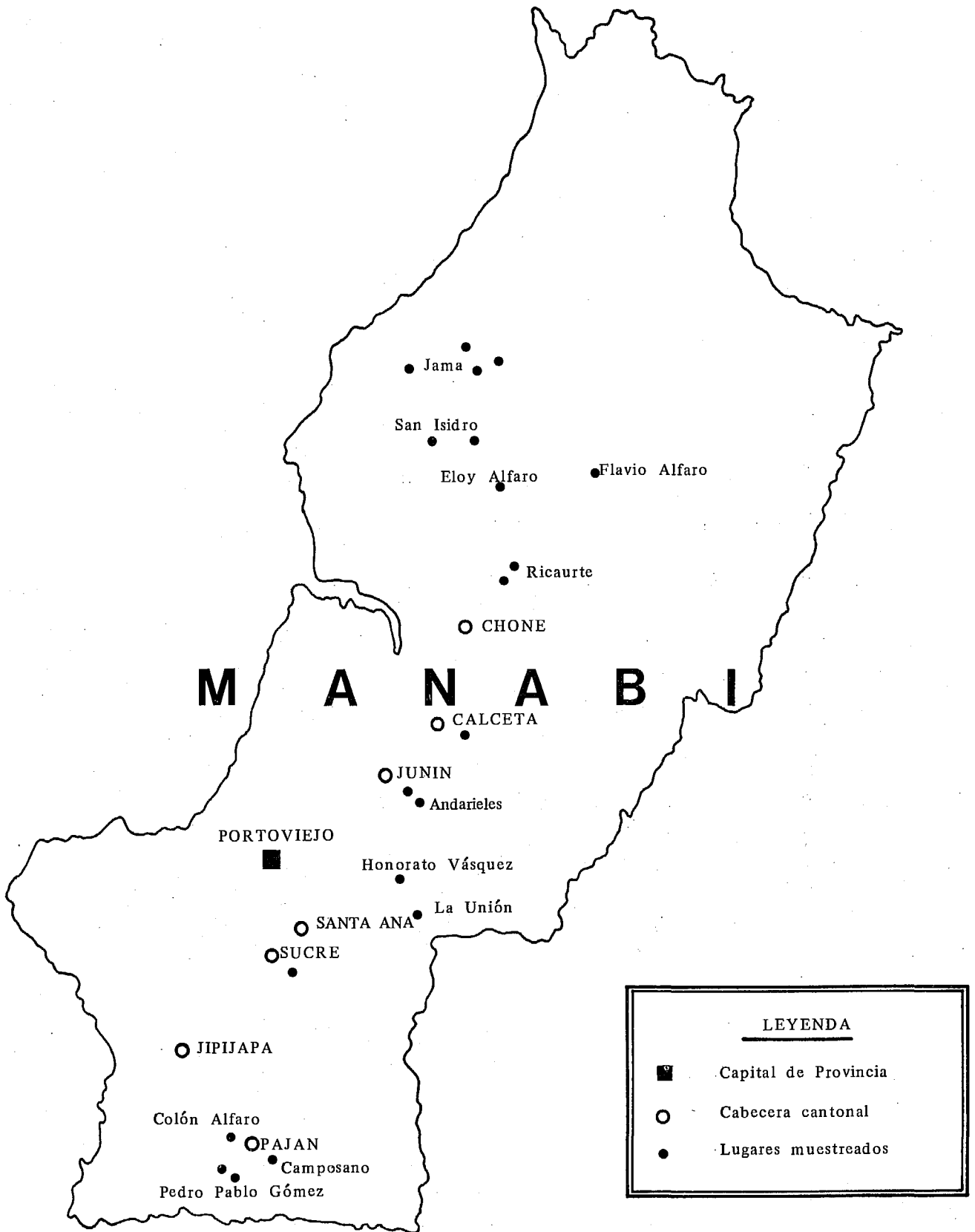


FIGURA 1. Ubicación de los lugares en donde se tomaron las muestras de suelos.

CUADRO 1. LOCALIZACION DE LOS LUGARES MUESTREADOS EN LA PROVINCIA DE MANABI.

Sector	Hacienda	Cantón	Parroquia	Sitio
Norte	La Concordia	Chone	Ricaurte	Garrapatilla
	La Mina	Chone	Ricaurte	Garrapata
	La Virtud	Chone	Eloy Alfaro	Las Piedras
	La Tranquilidad	Chone	Flavio Alfaro	Playones
	La Dicha	Sucre	Jama	La Laguna
	Don Juan	Sucre	Jama	Don Juan
	La Papaya	Sucre	Jama	La Papaya
	La Alaja	Sucre	Jama	La Alaja
	La Industria	Sucre	San Isidro	Estero Bravo
	El Tesoro	Sucre	San Isidro	San Isidro
Central	La Concordia	24 de Mayo	Sucre	Punta de Piedra
	La Oralea	Santa Ana	Honorato Vásquez	Peminche
	La Victoria	Santa Ana	La Unión	El Mate
	La Tapita	Junín	Junín	Tablones
	La Reforma	Junín	Andarieles	La Reforma
	San Luis	Bolívar	Calceta	Corozo
Sur	Colón Alfaro	Jipijapa	Colón Alfaro	El Anegado
	Pedro Pablo a	Jipijapa	Pedro Pablo Gómez	Bajo Grande
	Pedro Pablo b	Jipijapa	Pedro Pablo Gómez	Bajo Grande
	Camposano	Paján	Camposano	Camposano

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis químico, correspondiente a los suelos de haciendas cafetaleras de la provincia de Manabí, se resumen en el Cuadro 2 e indican que el pH oscila entre 6.4 y 7.6. El contenido de N fue bajo para la mayoría de los suelos, excepto para los de La Virtud y La Industria, en el sector Norte, y los de Pedro Pablo (b) y Camposano, en el sector Sur, en donde el contenido fue medio. La carencia del nutrimento es notable y probablemente se deba a los procesos de degradación de la materia orgánica con el tiempo, a la remoción constante del N por parte del cultivo y finalmente a través de las cosechas, sin que este elemento haya sido restituído al suelo en forma de fertilizantes en muchos años. Existen evidencias de trabajos realizados en suelos de esta provincia que respaldan estos resultados (1, 4, 7).

En cuanto al P, la disponibilidad es alta en todos los suelos de los sectores Central y Sur, y en los de la Concordia, La Mina, La Virtud, La Industria y El Tesoro del sector Norte; media en los de La Dicha, Don Juan, La Papaya y La Alaja del mismo sector. El único suelo con baja disponibilidad de este elemento fue el de la Tranquilidad. Este último resultado coincide con lo reportado para el mismo sector por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Portoviejo" (1), cuando se indica que el 74% de estos suelos son deficientes en P.

Las cantidades detectadas para K, Ca y Mg fueron altas en todos los suelos. Estos resultados están de acuerdo con otros estudios (2, 7) que indican que la gran mayoría de suelos del Litoral ecuatoriano tienen valores altos para los cationes mencionados.

En cuanto a los elementos menores, la disponibilidad fue baja para Mn, Zn, Fe y Cu en los suelos de los sectores Central y Sur. En el sector Norte la disponibilidad fue alta para Mn y Zn en un 40% de los suelos y para Fe y Cu en un 30 y 20%, respectivamente. El porcentaje restante para cada grupo tuvo contenidos bajos y medios. Los suelos de los sectores en estudio, en general, tienen escasa disponibilidad de algunos micronutrientes. Ello concuerda con resultados reportados por la Estación Experimental "Portoviejo" del INIAP (6, 7, 8) para suelos dedicados a cultivos de ciclo corto.

En los Cuadros 3 y 4 se exponen los rendimientos de materia seca y coeficientes de variación obtenidos para los diferentes suelos, en los estudios de invernadero.

De acuerdo a estos resultados las respuestas a la fertilización fueron las siguientes: todos los suelos respondieron a N y S; 8 a P y Fe, 7 a Mn; 6 a Mo y Cu; 4 a Mg y B; 3 a K; 2 a Zn y 1 a Ca.

Los rendimientos obtenidos en las pruebas de invernadero mostraron que la totalidad de los suelos de los sectores cafetaleros en estudio presentan baja disponibilidad de N. La alta respuesta de las plantas a las aplicaciones de este elemento demuestran su baja disponibilidad natural en el suelo, como

CUADRO 2. RESULTADOS E INTERPRETACION DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS CORRESPONDIENTES A LAS HACIENDAS CAFETALERAS EN LA PROVINCIA DE MANABI.

Sector	Hacienda	pH	ug/ml de suelo								
			N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
Norte	La Concordia	6.5	13(B)	28(A)	410(A)	3900(A)	435(A)	24.0(A)	4.6(B)	25(M)	2.6(M)
	La Mina	7.2	12(B)	23(A)	660(A)	2950(A)	500(A)	11.2(B)	5.1(B)	19(B)	2.5(M)
	La Virtud	6.4	33(M)	36(A)	255(A)	2550(A)	285(A)	+30.0(A)	9.2(A)	+100(A)	4.3(A)
	La Tranquilidad	6.5	2(B)	3(B)	205(A)	3100(A)	460(A)	8.0(B)	4.6(B)	58(A)	4.2(A)
	La Dicha	7.0	16(B)	10(M)	260(A)	3300(A)	405(A)	13.9(B)	7.5(A)	7(B)	3.1(M)
	Don Juan	6.9	9(B)	8(M)	510(A)	3850(A)	620(A)	12.1(B)	4.7(M)	4(B)	2.2(M)
	La Papaya	7.0	16(B)	10(M)	730(A)	3850(A)	510(A)	+30.0(A)	6.3(M)	4(B)	2.8(M)
	La Alaja	7.1	13(B)	12(M)	510(A)	4400(A)	570(A)	+30.0(A)	4.5(M)	4(B)	3.1(M)
	La Industria	6.8	37(M)	60(A)	420(A)	2750(A)	175(A)	11.8(B)	9.9(B)	46(A)	3.1(M)
	El Tesoro	7.6	23(B)	52(A)	530(A)	3500(A)	240(A)	11.2(B)	7.2(B)	7(B)	2.2(M)
Central	La Concordia	6.7	16(B)	41(A)	820(A)	4050(A)	455(A)	9.8(B)	4.6(B)	24(M)	2.4(M)
	La Oralea	7.0	11(B)	33(A)	820(A)	4300(A)	650(A)	11.8(B)	3.1(B)	10(B)	2.0(M)
	La Victoria	6.8	16(B)	46(A)	790(A)	4350(A)	570(A)	11.3(B)	3.4(B)	14(B)	1.6(B)
	La Tapita	7.4	11(B)	29(A)	840(A)	4450(A)	620(A)	3.3(B)	3.7(B)	9(B)	1.2(B)
	La Reforma	7.2	16(B)	27(A)	530(A)	4350(A)	415(A)	4.3(B)	4.6(B)	8(B)	1.2(B)
	San Luis	7.0	11(B)	34(A)	690(A)	4350(A)	690(A)	4.8(A)	3.4(B)	6(B)	1.2(B)
Sur	Colón Alfaro	6.6	15(B)	35(A)	940(A)	4100(A)	550(A)	5.6(B)	1.5(B)	4(B)	0.8(B)
	Pedro Pablo a	7.1	28(B)	30(A)	330(A)	4200(A)	345(A)	4.6(B)	1.8(B)	16(B)	0.8(B)
	Pedro Pablo b	7.3	46(M)	35(A)	560(A)	4650(A)	270(A)	2.1(B)	1.2(B)	2(B)	0.8(B)
	Camposano	6.4	50(M)	36(A)	235(A)	3450(A)	275(A)	7.6(B)	2.4(B)	22(M)	0.8(B)

A = Alto; M = Medio; B = Bajo

CUADRO 3. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE MATERIA SECA EN GRAMOS POR MACETA, CORRESPONDIENTES A LOS TRATAMIENTOS DE ELEMENTOS MAYORES, EN LAS PRUEBAS DE INVERNADERO DE CADA UNO DE LOS SUELOS CAFETALEROS DE LA PROVINCIA DE MANABI.

Sector	Hacienda	Tratamientos							
		Completo	N	P	K	Ca	Mg	S	T
Norte	La Concordia	28.91	-6.40**	-26.50*	+25.84	+27.13	+27.33	-5.44**	5.12**
	La Mina	30.94	-5.90**	-27.10*	+34.47*	+25.91	+30.14	-5.78**	6.58**
	La Virtud	19.77	-5.82**	+22.92*	+23.07**	+22.69**	+20.67	-8.90**	5.96**
	La Tranquilidad	25.38	-7.02**	-6.90**	-25.73	+24.62	+26.74	-5.82**	6.10**
	La Dicha	30.66	-6.13**	-16.33**	+22.93	+16.10	+22.38	-5.06**	6.68**
	San Juan	21.72	-4.73**	-15.27**	+17.56	+18.77	+19.02	-6.25**	4.92**
	La Papaya	22.59	-8.05**	-23.13	+33.96	+23.56	+28.60**	-9.34**	9.59**
	La Alaja	21.72	-7.36**	-10.83**	+22.20	+23.16	+20.51	-7.96**	6.62**
	La Industria	20.22	-5.35**	+19.27	+21.67	+21.21	+20.74	-5.96**	5.34**
	El Tesoro	20.41	-5.10**	+20.71	+18.52	+17.97	+20.10	-4.93**	4.46**
Central	La Concordia	18.97	-3.05**	-18.19	+18.07	+15.37	+17.10	+3.46**	3.32**
	La Oralea	16.17	-4.46**	-16.14	+16.83	+16.43	+17.80*	-3.38**	3.62**
	La Victoria	17.37	-3.08**	-17.90	+16.63	+17.73	+18.78*	-3.12**	3.12**
	La Tapita	18.34	-4.06**	-17.42	+17.33	+14.88	+16.74	-2.86**	2.77**
	La Reforma	16.09	-3.40**	-14.07*	+14.61	+14.25	+15.57	-2.56**	3.00**
	San Luis	15.12	-2.62**	-13.82	+13.63	+15.65	+13.14	-3.02**	1.98**
Sur	Colón Alfaro	17.60	-5.50**	+14.60	+15.53	+17.10	+14.23	-14.90**	4.75**
	Pedro Pablo a	10.75	-4.92**	-10.37	-10.85	+11.13	+12.37**	-4.47**	3.57**
	Pedro Pablo b	14.20	-7.50**	-14.00	+12.32	+13.47	+12.50	-4.97**	6.02**
	Camposano	14.03	-4.97**	+12.92	-11.85**	+11.95	+13.55	-3.90**	4.27**

*, ** - Significativo al 5 y al 1% de probabilidad, respectivamente.

CUADRO 4. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE MATERIA SECA EN GRAMOS POR MUESTRA, CORRESPONDIENTE A LOS TRATAMIENTOS DE ELEMENTOS MENORES, EN LAS PRUEBAS DE INVERNADERO DE CADA UNO DE LOS SUELOS CAFETALEROS DE LA PROVINCIA DE MANABI.

Sector	Hacienda	Tratamientos							CV (%)
		Completo	Mn	Zn	B	Mo	Fe	Cu	
Norte	La Concordia	28.91	+28.50	-27.63	-22.40**	-24.19**	+23.98	-27.36	6.07
	La Mina	30.94	-28.78	-34.83	-34.07	-36.10	-29.47	-24.08**	7.78
	La Virtud	19.77	+21.17	+22.12**	-21.63	-21.77**	+22.93**	+21.62	7.97
	La Tranquilidad	25.38	-20.62**	-27.14	-25.56	-22.91**	+24.06	+26.84	5.75
	La Dicha	30.66	-23.34**	-25.87**	-17.17**	-19.01**	-15.68**	+20.70	10.98
	Don Juan	21.72	-17.74**	-20.77	-20.65	-22.40	-22.27	-21.24	10.76
	La Papaya	22.59	-26.22	-25.08	-35.14	-23.79	-29.84	-30.43	10.87
	La Alaja	21.72	+23.42	-19.13	-20.19	-22.23	-21.68	+21.56	11.41
	La Industria	20.22	-19.94	+20.82	-20.13	-20.56	+21.47	+20.23	8.81
	El Tesoro	20.41	-19.36	+19.64	-18.74	-17.91**	-19.36	-19.02	8.82
Central	La Concordia	18.97	-16.88**	-18.78	-19.37	-17.62	+17.83	-18.05	8.61
	La Oralea	16.17	-16.70	-17.50	-17.95	-16.65	+18.30**	-16.95	6.58
	La Victoria	17.37	-17.95	-17.72	-18.21	-16.99	+17.36	-17.08	5.39
	La Tapita	18.34	-16.87	-16.13	-15.98**	-15.80**	-15.20*	-16.40*	7.12
	La Reforma	16.09	-14.63	-15.47	-16.23	-16.18	-14.92	-12.80**	9.22
	San Luis	15.12	-13.52*	-14.14	-14.38	-14.80	-12.88**	-11.88**	8.15
Sur	Colón Alfaro	17.60	-14.90**	-15.05	-13.17	-16.17	-13.27**	-13.70**	7.48
	Pedro Pablo a	10.75	-12.37	-12.62	-12.30	-10.80	-11.20	-11.03	7.99
	Pedro Pablo b	14.20	-13.47	-13.20	-16.30	-13.00	-11.66**	-12.93	8.82
	Camposano	14.03	-11.36**	-12.97	-12.75*	-12.72**	-12.72**	-11.47**	7.51

*, ** - Significativo al 5 y al 1% de probabilidad, respectivamente.

lo detectaron los análisis químicos. Estas observaciones están respaldadas por estudios efectuados en algunos suelos de los sectores en mención (5, 6, 8), que indican la limitación que ocasiona la falta de N en el crecimiento de las plantas.

Respecto al P la mayor parte de los suelos del sector Norte respondieron a la aplicación con este elemento, excepto los de La Papaya, La Industria y El Tesoro. En cambio, los sectores Central y Sur mostraron una adecuada disponibilidad de este nutriente, pues no respondieron a sus aplicaciones. Estos resultados también estuvieron de acuerdo con lo indicado por el análisis del suelo.

Las pruebas de invernadero mostraron que los contenidos de K, Ca y Mg fueron adecuados en la mayoría de los suelos, al no haberse encontrado respuestas a las aplicaciones de estos nutrientes. Fueron excepciones los suelos de La Mina, La Virtud y Camposano que tuvieron deficiencia en K; La Virtud en Ca, y La Reforma, La Oralea, La Victoria y Pedro Pablo en Mg.

La respuesta a la fertilización con S fue elevada en todos los suelos. Es una buena indicación de la insuficiencia de este nutriente para suplir las exigencias de las plantas en el invernadero. Sin embargo en las plantaciones comerciales de café no se observaron problemas que puedan atribuirse a la falta de este elemento. Posiblemente, las raíces están extrayendo del subsuelo suficientes cantidades de sulfatos para suplir las necesidades de este cultivo. El hecho de haberse observado en algunos suelos concreciones de sales respaldan esta hipótesis.

Las pruebas de disponibilidad también indican algunas respuestas a las aplicaciones de Mn, Mo, B, y Zn principalmente en los suelos del sector Norte. Las respuestas a las aplicaciones de Fe, Mn y Cu fueron más acentuadas en los sectores Central y Sur.

Entre las deficiencias de micronutrientes, las más agudas fueron las de Fe y Mn. Parece ser que la deficiencia de Fe es más marcada en los sectores Central y Sur y esto tendría que ver con los altos contenidos de P y Ca detectados. Se puede inferir, por un lado, que la presencia del CO_3H da mayor solubilidad de fosfatos; por otro lado, al tomar las plantas más P, este precipitaría al Fe dentro de las mismas.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis químico de los suelos de los sectores en estudio, estos presentaron: Potencial hidrógeno pH prácticamente neutro; contenidos bajos de nitrógeno N; medios a altos de fósforo P; altos en potasio K, calcio Ca y magnesio Mg. En cuanto a elementos menores los contenidos fueron bajos para manganeso Mn, zinc Zn, hierro Fe y cobre Cu en los sectores Central y Sur, y en el Sector Norte los valores detectados fueron muy variables.

2. Bajo condiciones de invernadero las deficiencias nutricionales que se obtuvieron con mayor frecuencia fueron las de nitrógeno N y azufre S. Los suelos de los sectores Central y Sur presentaron una adecuada disponibilidad de fósforo P y no así los del sector Norte en donde la mayoría fueron deficientes en este elemento. A manera general no se encontraron respuestas a las aplicaciones de potasio K, calcio Ca y magnesio Mg, lo cual indica que los suelos tuvieron cantidades suficientes para las plantas. Respecto a elementos menores se observaron algunas deficiencias de hierro Fe, manganeso Mn, molibdeno Mo, cobre Cu, boro B y zinc Zn, las mismas que se presentan en mayor grado en el sector Norte, con excepción de Fe, Mn, y Cu cuyas deficiencias son más acentuadas en los sectores Central y Sur.

L I T E R A T U R A

1. ESTACION EXPERIMENTAL PORTOVIEJO. 1979. Informe Anual 1978. Portoviejo, Manabí. INIAP, Departamento de Suelos y Fertilizantes. 21 p. (mimeografiado).
2. HERRERA, C. 1972. El análisis de suelo como base para las recomendaciones de fertilizantes en banano. In Conferencia Técnica de la FAO sobre producción de banano, 2a; 28 de Octubre. Guayaquil, Ecuador, Ministerio de la Producción. 15 p.
3. HUNTER, A. H. 1975. Técnicas de laboratorio e invernadero para estudios de nutrientes con miras a determinar las enmiendas requeridas para un óptimo crecimiento de las plantas. Raleigh, North Carolina State University. 19p. (mimeografiado).
4. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1969. Informe Anual 1968. Quito, Ecuador. pp. 114-118.
5. —————. 1973. Informe Anual 1972. Quito, Ecuador. pp. 110-113.
6. —————. 1974. Informe Anual 1973. Quito, Ecuador. pp. 125-129, 251-254.
7. —————. 1975. Informe Anual 1974. Quito, Ecuador. pp. 251-254, 269-270.
8. —————. 1976. Informe Anual 1975. Quito, Ecuador. pp. 255-258.
9. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANDERIA. 1965. Estudio de los suelos de la Provincia de Manabí. Quito, Departamento de Suelos. 42 p. (mecanografiado).

PRODUCCION:

DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP D-21

Casilla 2600 - Quito-Ecuador

Diciembre, 1983 - SIP-010

Comunicación Técnica No. 7

Editor: Lcdo. Gerardo Heredia Ll.

Impresión: INIAP

MFE.