

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE**

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN SUELOS PRODUCTORES DE
BANANO EN LAS PROVINCIAS DEL GUAYAS Y EL ORO**

**Saúl Mestanza Solano
Jorge Arreaga Barzola**

E C U A D O R

1984

DISPONIBILIDAD DE NUTRIMENTOS EN SUELOS PRODUCTORES DE BANANO EN LAS PROVINCIAS DEL GUAYAS Y EL CRO.

Saúl Mestanza Solano.* Ing. Agr. M.C.

Jorge Arreaga B**

Febrero 9 de 1978.

A partir de 1973, con el propósito de tener mayor conocimiento sobre el problema nutricional de las principales zonas bananeras del Ecuador, se evaluó la fertilidad actual de los suelos en el Guayas (zona Oriental) y El Oro (zona Sur).

La información obtenida mediante el análisis químico de suelos y/o foliares sirven para generar recomendaciones de fertilización en las bananeras de las diferentes zonas de producción; es decir, para predecir con razonable precisión la clase y la cantidad de nutrimento que requiere el cultivo bajo las diferentes condiciones de suelos.

Por otra parte, es necesario mejorar la metodología del análisis, el mismo que se conseguiría relacionando los resultados del análisis químico con el peso de plantas indicadoras utilizadas en pruebas de disponibilidad de nutrimentos en condiciones de invernadero.

El presente trabajo tuvo el siguientes objetivos:

- 1.- Determinar la disponibilidad de nutrimentos en zonas bananeras y estimar el estado nutricional de las plantaciones de banano.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Beliche del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

* Jefe del Departamento de Suelos y Fertilizantes Estación Experimental Beliche.

** Asistente del Departamento de Suelos y Fertilizantes. E. Beliche.

El estudio de disponibilidad de nutrimentos mediante análisis de suelos y pruebas en el invernadero, se realizaron en muestras tomadas en 28 haciendas localizadas en las Provincias del Guayas (zona oriental) y El Oro (zona Sur).

La fertilidad actual de estos suelos se evaluó en un total de 343 muestras tomadas en 7 sectores de la zona oriental (87 muestras) y en 10 sectores de la zona sur (256 muestras).

1. Muestreo y análisis de suelos.

Las muestras se tomaron a una profundidad de 0 a 20 cm y se formaron de por lo menos 20 submuestras obtenidas - en un recorrido en zig-zag dentro de las plantaciones, completándose aproximadamente 5 kg y en algunos sectores se tomaron muestras de mayor volumen (50 kg) para realizar las pruebas en el invernadero. El número de muestras recogidas en cada sector bananero fue variable y dependió de la heterogeneidad del suelo.

Las muestras fueron secadas al aire, se disgregaron y se pasaron por una criba con agujeros de 6 mm de diámetro, excepto las que se utilizaron para las pruebas en macetas - que fueron tamizadas en mallas con agujeros de 1 cm de diámetro, de esta manera se evitó destruir totalmente su estructura.

En el laboratorio, se determinó la disponibilidad de nutrimentos para las plantas y se consideró N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn y solo en los suelos deficientes en P y K se determinó su capacidad de fijación.

El análisis químico sirvió para determinar el contenido de nutrimentos de los suelos estudiados, así como para determinar los tratamientos en las pruebas de invernadero. Se realizaron las siguientes determinaciones:

- 1.1. Reacción del suelo o pH.- Se determinó en una mezcla - suelo-agua de 1:2.5 y se cuantificó en un potenciómetro.
- 1.2. Nitrógeno amoniacal y fósforo disponible. Para la determinación de estos elementos se extrajo con una solución de Olsen modificado y se cuantificaron por colorimetría.

1.3. Potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso y zinc disponibles.- Se extrajo con una solución de Olsen modificado y se cuantificaron por técnicas de absorción atómica.

2. Capacidad de fijación de P y K.

Se determinó la cantidad de cada nutrimento que fue necesario agregar a cada suelo, para que una vez llenada su capacidad de fijación quede suficiente cantidad disponible para el cultivo.

A cada suelo se agregó una solución conteniendo P y K en cantidades de 0 a 560 para P y de 0 a 707 para K y se sometió a un período de incubación durante 4 días, luego se extrajeron los elementos y se cuantificaron las fracciones que no fueron fijadas por el suelo. Con los resultados se determinó la cantidad de cada elemento que debía agregarse en las pruebas biológicas.

3. Muestreo y análisis foliar.

Simultáneamente al muestreo de suelos, en las plantaciones de banano establecidas, se tomaron muestras foliares a la iniciación de la floración; cada muestra fue formada por secciones transversales del tercio medio a los lados del nervio central. Se muestreo la tercera hoja, considerando para su localización que la última hoja antes de la emisión de la inflorescencia no debiera contarse como primera a no ser que tenga tamaño normal.

Las hojas fueron lavadas con agua y detergente y finalmente con agua destilada. Se secaron en una estufa a 70°C hasta peso constante, se molieron y analizaron empleando los siguientes métodos:

3.1. Nitrógeno: Semimicro Kjeldahl.

3.2. Fósforo : Colometría

3.3. Potasio, Calcio, Magnesio y Zinc: Se determinaron siguiendo procedimientos similares a los descritos para suelos, excepto que en este caso los minerales fueron

disueltos mediante digestión húmeda en una mezcla de ácido nítrico y perclórico.

4. Pruebas de invernadero.

Para determinar la disponibilidad de nutrimentos se utilizó la prueba del "elemento faltante", con las innovaciones introducidas por Hunter y de acuerdo a las características de nuestros suelos se suministraron S, B y Mo.

La prueba consiste en comparar el rendimiento de materia seca en plantas indicadoras sembradas en el suelo, al cual se aplicaron los nutrimentos que resultaron deficientes de acuerdo al análisis químico (tratamiento completo), con el rendimiento obtenido en los tratamientos complementarios (se excluyó o agregó elemento).

Los suelos fueron tratados con las soluciones nutritivas correspondientes, luego se llenaron con 150 ml de suelo, se humedecieron y se sembró sorgo. Se raleo a 9 plantas y a las 6 semanas se cortaron las plantas al nivel del suelo y se secaron hasta peso constante.

Se utilizó el diseño de bloques irrestrictamente al azar con 4 repeticiones y 14 tratamientos para cada suelo. El riego se realizó con agua desmineralizada.

5. Métodos de evaluación.

5.1. El análisis químico de suelos, se expresó en ug/ml de suelo y se evaluó de acuerdo a los patrones de análisis de suelos utilizados por los laboratorios de suelos del INIAP. Solo para fósforo actualmente, se ha modificado los patrones.

5.2. La fijación de P y K se expresó en porcentaje que resulta de dividir el elemento fijado para el elemento aplicado y multiplicado por cien ($\%EF = EF/Ea \times 100$).

5.3. El análisis foliar se evaluó de acuerdo a patrones introducidos al país.

- 5.4. Pruebas de invernadero.- Se hizo en base al peso de materia seca de las plantas bajo cada tratamiento en relación al completo.
- 5.5. Nivel crítico. Para determinar provisionalmente los niveles críticos para la interpretación de los análisis de suelos, se empleó la técnica de Cate y Nelson, en la que se relacionan los % de rendimiento de las plantas con los resultados del análisis químico de suelos.

RESULTADOS

1. Disponibilidad de nutrientes mediante 3 métodos.

- 1.1. Análisis de suelos,
- 1.2. " foliar y
- 1.3. Pruebas de invernadero.

Los resultados del análisis químico y físico de los suelos correspondientes a la Provincia del Guayas y El Oro se presentan en los Cuadros 1 y 2.

1.1.1. Suelos de la zona (oriental).

El contenido de nitrógeno en general fue bajo y varió de 13 a 95 ug/ml de suelo.

El fósforo varió de 4 a 50 ug/ml y el 58% de las muestras correspondieron a la categoría de alto y solo el 17% fue bajo.

Para el caso de potasio el 42% de estos suelos fueron altos y el 8% resultaron bajos; sus contenidos variaron de 45 a 315 ug/ml.

Los contenidos de calcio y magnesio, resultaron excesivamente altos.

En relación a elementos menores, la mayor proporción de manganeso (83%) y de Zinc (58%) presentaron contenidos bajos y el 17% y 26% de estos suelos fueron altos.

Para cobre el 42% de las muestras correspondieron a la categoría de altos y el 58% fueron medios y el hierro resultó con el 42% de bajos y el 58% como altos. De acuerdo a la textura de los suelos, en general, en esta zona predomina los suelos franco, franco-arenosos y franco-arcillosos (Cuadro 1).

1.1.2. Suelos de la zona Sur.

En general, la mayoría de los suelos de esta zona resultaron deficientes en nitrógeno y solo el 6% fueron altos. Los contenidos de este elemento variaron de 15 a 75 ug/ml de suelo.

La disponibilidad de fósforo varió de 2 a 64 ug/ml, correspondiendo el 50% a la categoría de bajos y el 31% altos. Los rangos para potasio fueron el 38% bajos, el 13% medios y el 49% altos; este elemento varió de 50 a 500 ug/ml de suelo.

Los contenidos de calcio y magnesio fueron muy altos. Con respecto a elementos menores, se puede indicar que solo el manganeso resultó en mayor proporción de suelos con contenidos bajos (69%); los demás presentaron el 31%, 18% y 31% como categorías de bajo y el 44%, 20% y 51% como altos para cobre, zinc y hierro, respectivamente.

La zona Sur, se caracteriza por presentar una mayor proporción de suelos que varían en su textura de franco, franco-arcillosos hasta arcillosos; es decir contienen mayor cantidad de arcilla con respecto a la zona Oriental (Cuadro 2).

1.1.3. Capacidad de fósforo y potasio.

En general, la mayoría de los suelos de las dos zonas estudiadas tuvieron alta capacidad de fijación de fósforo. La mayor poder de fijación se observó en el suelo de la hacienda María Augusta y los suelos que -

CUADRO 1. Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelos utilizadas en las pruebas de Invernadero (Guayas, Zona Oriental).

Hacienda	Elementos ug/ml de suelo										Textura
	pH	N	P	K	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe	Ca	
María Augusta	5.0	95	5	175	500	52.5	5.6	10.8	144	2.500	Franco Aren.
Santa Carla	6.5	20	50	95	275	5.6	7.2	4.0	94	2.500	Franco
Colón	6.1	20	23	110	405	85.0	24.4	6.0	200	2.300	Franco
Balao Chico	7.0	20	20	100	325	6.5	6.0	4.0	46	2.500	Franco
Bola de Oro	6.5	17	13	110	215	6.5	6.4	4.8	87	2.500	Franco
Lechugal	7.1	42	34	285	365	1.5	3.2	13.2	47	2.500	Franco Aren.
San Germán	6.6	19	4	45	500	1.0	4.8	6.8	10	2.500	Franco Arc.
Nva Esperanza P.A.E.†	6.9	30	47	120	350	1.5	3.6	11.0	48	2.500	Franco
Sector N°1	6.9	13	11	90	500	2.5	4.0	2.0	10	2.500	Franco Arc.
Sector N°2	6.9	17	23	315	500	5.0	2.4	3.6	14	2.500	Franco Arc.
Sector N°3	6.8	13	9	95	500	7.5	4.0	2.8	9	2.500	Franco Arc.Lim.
Sector N°4	6.7	17	20	180	500	5.6	3.6	4.4	13	2.500	Franco Arc.
=====											
Bajo		83	17	8	•	83	•	58	42	•	
Medio		8	25	50	•	•	58	16	•	•	
Alto		8	58	42	100	17	42	26	58	100	

† Plantaciones Agrícolas Ecuatorianas

CUADRO 2. Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelos utilizados en las pruebas de Invernadero (El Oro, Zona Sur).

Hacienda	Elementos ug/ml de suelo										Textura
	pH	N	P	K	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe	Ca	
Pensilvania	7.6	20	2	55	495	285	3.2	4.8	59	2.500	Franco Arc.
Celia María	6.8	25	2	315	490	81	2.8	6.8	68	2.500	Arcilloso
Lauro Ramón	6.7	75	2	70	355	54	3.6	7.2	71	2.500	Arcilloso
Crucitas	6.7	30	27	275	500	10.5	1.6	4.4	14	2.500	Arcilloso
Seivales	7.8	10	5	245	500	39	5.6	5.6	120	2.500	Arcilloso
Pajonales	7.3	35	4	225	500	88.5	1.6	7.2	48	2.500	Franco
Sta Irene	7.4	27	25	60	500	7.5	4.4	1.5	35	1.875	Franco
Piedra Blanca	6.3	32	5	50	305	17	7.6	8.0	77	1.625	Franco Arc.
Sta Rosa	7.1	32	8	55	335	12.5	8.8	6.0	77	2.475	Franco Arc.
Carolina	6.0	32	12	80	500	15	15.6	10.0	160	2.150	Franco
Alvarado	7.8	44	64	95	275	7.5	6.0	9.0	30	2.500	Arcilloso Limoso
Esperanza	6.7	23	7	75	205	8.0	5.2	5.0	28	1.200	Franco
Sandra	7.6	11	5	210	480	1.5	3.6	4.8	9	2.500	Franco-Arc. Arenoso
Mena	7.5	13	11	500	440	1.5	2.0	1.6	9	2.500	Franco
Tranquilina	8.0	11	9	500	440	1.5	2.0	2.4	6	2.500	Franco-Arc.
Adolfina	7.5	27	9	195	415	1.5	1.2	7.0	5	2.500	Franco-Arc.
=====											
Bajo		63	50	38	-	69	31	18	31	-	
Medio		31	19	13	-	6	25	62	18	-	
Alto		6	31	49	100	25	44	20	51	100	

fijaron poco elemento fueron Sta. Irene, Seivales, y la Alvarado. Con relación al potasio, en general, en las dos zonas estudiadas, se necesitaron contenidos - considerables del elemento para esperar respuesta del cultivo en el invernadero.

1.2. Análisis foliar.

En el Cuadro 3, se presentan las concentraciones de nutrimentos encontrados en las hojas muestreadas - en algunas plantaciones comerciales de banano localizadas en la zonas oriental y sur.

Los contenidos foliares de nitrógeno variaron de 1.24 a 3.24%, de estos solo en tres lugares se obtuvieron contenidos adecuados del elemento, cuando se - comparó con los patrones indicados por Hewitt.

De acuerdo a estos mismos patrones, se encontró que los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio fueron adecuados; excepto para potasio en el - sector Santa Rosa - Caluguro que resultó ligeramente inferior a los adecuados.

1.3. Pruebas de invernadero.

1.3.1. N, P, S.

En general, se observó en ambas zonas que los rendimientos de materia seca obtenida bajo el tratamiento completo fue mayor que en el complementario sin nitrógeno, sin fósforo y sin azufre.

1.3.2. K.

Cuando se excluyó potasio al complementario, el rendimiento de materia seca disminuyó significativamente solo en las haciendas Carolina, Piedra Blanca (zona sur) y Nueva Esperanza (zona oriental).

1.3.3. Ca y Mg.

La adición de calcio y magnesio al complementario (suelos con altos contenidos de Ca y Mg), no

CUADRO 3 Concentración de algunos nutrimentos en la tercera hoja de plantas de banano en las Provincias de El Oro y Guayas

Nombre de la Hacienda	PORCENTAJES DE NUTRIMENTOS				
	N	P	K	Ca	Mg
Provincia de El Oro					
Sector Guabo M.Teresa					
Pensilvania	1.78	0.19	3.74	0.63	0.39
San Jorge	1.65	0.30	4.40	0.72	0.28
Promedio	1.72	0.25	4.07	0.68	0.34
Sector 4 (Machala)					
Germania	1.51	0.24	3.85	0.66	0.35
Nueva Era	1.51	0.21	3.74	0.58	0.28
Primavera	1.37	0.19	3.08	0.72	0.32
Florida	1.24	0.23	3.25	0.69	0.39
San José	1.51	0.21	3.91	0.72	0.39
San Francisco.	1.51	0.23	3.69	0.69	0.33
La Unión	1.37	0.19	3.91	0.66	0.33
Puentecita	1.37	0.19	3.69	0.69	0.33
República de Colombia	1.37	0.24	3.63	0.50	0.32
Porvenir	1.24	0.26	4.24	0.41	0.33
Germania	1.51	0.18	3.58	0.69	0.31
Enganche	1.37	0.24	3.85	0.33	0.35
U. Machala	1.37	0.27	3.52	0.69	0.36
Carmen	1.78	0.22	4.29	0.58	0.28
Matales	1.78	0.22	3.91	0.83	0.32
Florida	1.78	0.30	3.96	0.61	0.36
Olimpia	1.78	0.31	3.69	0.60	0.33
Cisne	1.51	0.26	4.46	0.63	0.31
Guayas	1.78	0.34	3.91	0.74	0.24
Favorita	1.78	0.22	4.24	0.28	0.28
San Eduardo	1.37	0.33	4.13	0.80	0.29
Porvenir	1.51	0.25	3.86	0.62	0.30
Promedio	1.52	0.25	3.86	0.62	0.30
Sector Pajonal Cañas					
Pajonal	1.51	0.33	3.80	0.77	0.35
Triunfo Palmera	1.51	0.33	3.80	0.77	0.35
Seivales 1	1.37	0.15	4.29	0.61	0.41
Seivales 2	1.79	0.19	3.69	0.69	0.42
Seivales 3	1.51	0.22	3.58	0.61	0.33

CUADRO 3. Continuación

NOMBRE DE LA HACIENDA		PORCENTAJE DE NUTRIMENTO				
		N	P	K	Ca	Mg
Seivales	4	1.78	0.21	3.85	0.55	0.43
Pajonal		1.51	0.23	4.07	0.63	0.30
Ursulina		1.51	0.29	4.13	0.61	0.30
	Promedio	1.57	0.22	3.73	0.64	0.36
Sector	Sta Rosa Caluguro					
San Luis		1.66	0.57	2.26	0.66	0.22
La Palma		1.66	0.57	2.31	0.57	0.19
El Roble		2.65	0.28	3.30	0.77	0.33
La Alvarado		3.02	0.26	2.20	0.92	0.37
La Envidia		3.24	0.23	2.31	0.06	0.33
	Promedio	2.45	0.38	2.48	0.80	0.29
Provincia del Guayas						
Sector Payo-Taura						
Plantaciones Agrícolas Ecuatorianas (P.A.E.)						
Sector	1	1.89	0.25	3.92	0.81	0.36
Sector	2	1.73	0.28	4.11	0.85	0.43
Sector	3	1.79	0.24	3.07	0.77	0.38
Sector	4	1.83	0.23	3.08	0.96	0.35
	Promedio	1.81	0.25	3.55	0.85	0.38
CONTENIDO STANDARD						
Deficientes	<u>1/</u>	1.50	0.08	2.08	0.53	0.12
Normales	<u>2/</u>	2/60	0.20	2.74	0.99	0.36

1/ = Murray 1960

2/ = Hewitt 1965

produjo disminución significativa de los pesos - secos; lo cual debía esperarse por la acción tóxica o antigónica de los elementos.

1.3.4. Mn.

Cuando en el complementario se excluyó manganeso, los pesos secos disminuyeron significativamente solo en las haciendas San Germán y Nueva Esperanza (zona oriental) y en la hacienda Mena (zona sur). En la mayoría de los suelos de la zona oriental, aumentó los rendimientos con la exclusión del elemento.

1.3.5. Cu.

En los suelos que se excluyó cobre del complementario, no hubo disminución significativa del rendimiento; en cambio cuando se adicionó, la disminución fue significativa para María Augusta y San Germán (zona oriental) y Piedra Blanca (zona sur).

1.3.6. Zn.

En todos los suelos estudiados, se excluyó zinc al complementario, y se observó que solo en los suelos de San Germán (zona oriental) y Sta. Rosa (zona sur), disminuyó significativamente los rendimientos.

1.3.7. Fe.

Con la adición de hierro al complementario, se obtuvo disminución significativa del rendimiento para los suelos de María Augusta y Nueva Esperanza (zona oriental); Pensilvania y Seivales de la zona sur. Solo en la hacienda San Germán hubo disminución significativa de materia seca, cuando al complementario se excluyó el elemento.

1.3.8. B y Mo.

La adición de boro y molibdeno, en general produjo disminución del rendimiento, especialmente en las plantas cultivadas en suelos de la zona sur;

solo en algunos suelos de la zona oriental incrementó el rendimiento.

2. Estudio de la fertilización actual de los suelos de las Provincias del Guayas y El Oro.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados del análisis químico de 87 muestras de suelos correspondientes a la zona bananera de la Provincia del Guayas y en el Cuadro 5, el análisis de 256 muestras de suelos de la Provincia de El Oro, expresados en categorías. Los promedios de los contenidos de nutrimentos, de estos mismos suelos, se presentan en los Cuadros 6 y 7.

2.1. Fertilidad de los suelos de la zona Oriental.

Los promedios de nitrógeno variaron de 14 a 28 ug/ml de suelo en los sectores de Pancho-negro y el -- Triunfo - Vainillo, respectivamente. Estos datos una vez agrupados en categorías, nos indican que el mayor déficit de nitrógeno se observó en los sectores: Pancho Negro - Naranjal (100% bajos), Balao - La Joya (100% bajos), Manuel de J. Calle - Barranco Alto (93% bajos) y Triunfo - Vainillo - Taura (82% bajos) y en menor proporción en Tenguel - San Rafael (59% bajos), Balao Chico - La María (57% bajos) y Rancho Grande - Grecia con solo el 33% bajos.

Para el caso de fósforo, los contenidos variaron de 7 a 27 ug/ml en los sectores Manuel de J. Calle y Balao - La Joya, respectivamente.

La mayor proporción de suelos que mostraron contenidos bajos de fósforo corresponden a los sectores: - Balao Chico - La María con el 71%, Rancho Grande - Grecia con el 67%, Manuel de J. Calle - Barranco Alto con el 61% y Tenguel - San Rafael con el 47%. Los contenidos mas altos corresponden a Pancho Negro - Naranjal - con el 86%, Balao - La Joya con el 67% y Triunfo - Vainillo - Taura con el 60% de suelos altos.

Cuadro 4. Proporción de suelos con contenidos bajos, medios y altos de los nutrimentos en algunos sectores de la Provincia del Guayas (zona oriental).

Sector	Nº	Cate- goría	Nº de muestr.	pH X	Porcentajes				
					N	P	K	Ca	Mg
Triunfo-Vaini- llo Taura	2	bajo	22	6.9	82	4	0	0	0
		medio			4	36	59	0	0
		alto			14	60	41	100	100
Rancho Grande de Grecia	3	bajo	3	6.8	33	67	0	0	0
		medio			67	33	100	0	0
		alto			0	0	0	100	100
M.J. Calle Barranco alto	4	bajo	28	6.7	93	61	46	0	0
		medio			7	32	54	0	0
		alto			0	7	0	100	100
Pancho Negro Naranjal	5	bajo	7	7.1	100	14	14	0	0
		medio			0	0	43	0	0
		alto			0	86	43	100	100
Balao Chico La María	6	bajo	7	6.9	57	0	29	0	0
		medio			43	71	57	0	0
		alto			0	29	24	100	100
Balao-La Jeya	7	bajo	3	6.4	100	0	0	0	0
		medio			0	33	100	0	0
		alto			0	67	0	100	100
Tenguel-San Rafael	8	bajo	17	7.1	59	47	41	0	0
		medio			41	29	35	0	0
		alto			0	24	24	100	100

Cuadro 5 Proporción de suelos con contenidos bajos, medios y altos de los nutrimentos en algunos sectores de la Provincia - de El Oro. (zona sur).

Sector	Nº	Nº de muestras	pH	Categ	PORCENTAJES				
					N	P	K	Ca	Mg
Sta Cla- Pensilvan	1	12	7.3	bajo	100	75	25	0	0
				medio	0	17	25	0	0
				alto	0	8	50	100	100
Cuba María Teresa	2	10	6.4	bajo	40	70	30	0	0
				medio	40	0	50	0	0
				alto	20	30	20	100	100
Iberia Tan- dales	3	16	7.0	bajo	44	31	25	0	0
				medio	44	38	6	0	0
				alto	12	31	69	100	100
Machala	4	36	7.1	bajo	53	14	3	0	0
				medio	44	28	11	0	0
				alto	3	58	86	100	100
Guabo-Ca- ña Quemada	5	35	7.3	bajo	60	46	11	0	0
				medio	28	17	29	0	0
				alto	12	37	60	100	100
Pasaje	6	30	7.5	bajo	37	10	13	0	0
				medio	50	37	10	0	0
				alto	13	53	77	100	100
Pajonal Ca- ñas	7	67	7.3	bajo	58	46	0	0	0
				medio	30	27	19	0	0
				alto	12	27	81	100	100
Machala - Guarumal	8	12	7.6	bajo	25	25	25	0	0
				medio	42	25	17	0	0
				alto	33	50	58	100	100
Jumón-Are- nillas	11	14	7.2	bajo	64	14	64	0	0
				medio	36	21	22	0	0
				alto	0	65	14	100	100
Sta Rosa Ca- luguro	12	24	7.0	bajo	46	8	63	0	0
				medio	54	33	33	0	0
				alto	0	59	4	100	100

Cuadro 6 Resultados promedios del análisis de Suelos correspondientes a diferentes sectores de la Provincia del Guayas (zona oriental).

Sector	Nº	Número de muestras	pH	ug/ml				
				N	P	K	Ca	Mg
Triunfo-Vainillo-Taura	2	22	6.9	28	18	165	2500	500
Rancho Grande-Grecia	3	3	6.8	25	7	115	4933	510
M.J. Calle Barranco-alto	4	28	6.7	15	7	72	5058	728
Pancho-Negro Naranjal	5	7	7.1	14	25	144	2500	350
Balao Chico la María	6	7	6.9	27	15	102	2350	314
Balao la Joya	7	3	6.4	18	27	97	2433	347
Tenguel - San Rafael	8	17	7.1	25	12	98	3238	454

Cuadro 7 Resultados Promedios del Análisis de Suelos correspondientes a diferentes sectores de la Provincia de El Oro. (zona sur)

Sector	Nº	Nº de muestras	pH	ug/ml				
				N	P	K	Ca	Mg
Sta Clara Pensilvan	1	12	7.3	19	5	123	2.500	378
Guabo-María Teresa	2	10	6.4	40	15	154	2.500	500
Iberia-Tendes	3	16	7.0	35	15	280	3.329	588
Machala	4	36	7.1	31	21	289	3.518	572
Guabo-Caña Quemada	5	35	7.3	30	15	321	2.664	441
Pasaje	6	30	7.5	37	26	300	2.975	440
Pajonal Cañas	7	67	7.3	36	14	278	2.599	493
Machala Guarumal	8	12	7.6	47	29	243	3.208	359
Jumon-Arenillas	11	14	7.2	30	25	81	2.077	477
Sta Rosa Caluguro	12	24	7.0	27	23	77	2.388	393

Los contenidos de potasio variaron de 72 a 165 - ug/ml para Manuel de J. Calle - Barranco Alto y Triunfo Vainillo - Taura, respectivamente.

Todos los suelos correspondientes a Rancho Grande - Grecia y Balao - La Joya tuvieron contenidos medianos de K. En los otros sectores sus contenidos variaron de medios hasta altos y observándose que el 46% y - el 41% de los suelos fueron bajos en los sectores Manuel de J. Calle - Barranco Alto y Tenguel - San Rafael.

Los contenidos de calcio y magnesio, variaron de 2.350 a 5.058 ug de Ca/ml de suelo y de 314 a 728 ug de Mg/ml de suelo. En todos los suelos estudiados sus contenidos fueron excesivamente altos.

El pH, en general fue neutro en todos los suelos estudiados.

2.2. Fertilidad de los suelos de la zona Sur.

El contenido de nitrógeno varió de 19 a 47 ug/ml de suelo, para el sector de Sta. Clara - Pensilvania y Machala - Guarumal, respectivamente. En general, la mayoría de los suelos tuvieron contenidos bajos y medios de nitrógeno. Solo en los sectores Machala - Guayumal y Guabo - María Tereza se alcanzó el 33 y el 20% de suelos altos en este elemento.

El fósforo disponible varió de 5 a 29 ug/ml de suelo en Sta. Clara - Pensilvania y Machala - Guarumal, en su orden.

Los sectores que presentaron mayor proporción de suelos deficientes fueron: Sta. Clara - Pensilvania (75% bajos), Guabo - María Tereza (70% bajos), Guabo - Caña Quemada (31% bajos). Los sectores con mas del 50% de muestras altas en fósforo fueron: Jumón - Arenillas con el 65%, Sta. Rosa - Caluguro con el 59%, Machala con el 58%, Pasaje con el 53% y Machala - Guarumal con el 50% de suelos altos.

Para el caso de potasio los contenidos variaron de 77 a 300 ug/ml para Sta. Rosa - Caluguro y Pasaje, respectivamente. En general, la mayoría de los sectores estudiados presentaron contenidos altos de potasio, excepto en los sectores Guabo - María Tereza , Jumón - Arenillas y Sta. Rosa - Caluguro, en donde se observó mayor déficit de este elemento.

El calcio y el magnesio varió de 2.077 a 3.518 ug de Ca/ml de suelo y de 359 a 588 ug de Mg/ml de suelo. Al igual que en la zona oriental los contenidos de estos elementos fueron excesivamente altos (Cuadro 5).

En esta zona el pH varió de 6.4 (Guabo - María Tereza) a 7.6 (Machala - Guarumal), sin llegar a considerar que sea un problema para la disponibilidad de los nutrimentos.

CONCLUSIONES

En base a los estudios realizados y a los resultados obtenidos, se pueden hacer las siguientes conclusiones:

- 1.- El análisis químico de suelos y las pruebas de invernadero mostraron baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo. Con estos mismos métodos de evaluación se determinó alta disponibilidad de potasio, calcio y magnesio.
- 2.- El análisis foliar fue más confiable para cuantificar la disponibilidad de fósforo que los otros métodos de evaluación.
- 3.- El análisis químico de suelos tuvo buena relación con el análisis foliar para nitrógeno, potasio, calcio y magnesio.
- 4.- En general, se observó una considerable capacidad de fijación de fósforo y potasio en la mayoría de las muestras analizadas para las pruebas de invernadero.
- 5.- La deficiencia de azufre solo se observó en las pruebas de invernadero.