



Boletín Técnico No. 49  
Estación Experimental "Pichilingue"  
Noviembre - 1982

APLICACION DEL DIAGNOSTICO FOLIAR EN LA EVALUACION DE LA CONDICION  
NUTRICIONAL DE PLANTACIONES COMERCIALES DE CAFE Y CACAO,  
EN EL LITORAL ECUATORIANO

*INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ECUADOR*

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

# APLICACION DEL DIAGNOSTICO FOLIAR EN LA EVALUACION DE LA CONDICION NUTRICIONAL DE PLANTACIONES COMERCIALES DE CAFE Y CACAO, EN EL LITORAL ECUATORIANO

José Láinez C.\*

## I. INTRODUCCION

Con el propósito de conseguir que el método del diagnóstico foliar, que ya es usado extensivamente en otros cultivos (35), sea también útil en la evaluación de la condición nutricional de café y cacao, numerosos investigadores, en varios países donde se mantienen estos cultivos, han estudiado los diferentes factores que, aparte de la condición nutricional, influyen en los contenidos foliares de minerales y que, por tanto, podrían interferir en la eficiencia del método (1, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 16, 18, 19, 23, 24, 27, 31, 33).

Gracias a los conocimientos adquiridos de estas investigaciones, las cuales han permitido la calibración de los contenidos foliares en relación con los rendimientos (5, 8, 11, 16, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 28, 30, 32), actualmente se considera que también en estos cultivos, especialmente en café, el diagnóstico foliar constituye una valiosa ayuda en la evaluación de su condición nutricional (2, 5, 7, 10, 11, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 31).

Por el gran número de muestras foliares de café y cacao, provenientes de experimentos de campo con fertilizantes realizados en el Litoral ecuatoriano, que se han analizado en el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Pichilingue", se conocen actualmente los niveles foliares de algunos nutrientes minerales y según los cuales estos cultivos dan rendimientos bajos o elevados.

Sobre la base de estos patrones, obtenidos precisamente en nuestras condiciones ecológicas y de análisis químicos realizados sobre muestras de hojas tomadas de algunas plantaciones ubicadas en los principales sectores del Litoral, donde se cultivan estas plantas, en este trabajo se hace una evaluación de la condición nutricional de las plantaciones señaladas.

---

\* Ingeniero Agrónomo, Maestro en Ciencias, Jefe del Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Pichilingue" del INIAP.

## II. MATERIALES Y METODOS

### A. Para la elaboración de patrones

Como quedó indicado, la información acerca de contenidos foliares en plantas de altos y bajos rendimientos, necesarios para la obtención de patrones que luego sirvieron como guías en la evaluación de las plantas en las plantaciones comerciales, se obtuvo de experimentos en el campo, en los cuales se probaron los efectos de nitrógeno, fósforo y potasio, tanto sobre la producción como sobre los contenidos foliares de algunos minerales.

En el caso de café, en un primer experimento se probaron los tratamientos de un factorial de dos niveles de los tres nutrientes, y en otro ensayo, que se inició más tarde, cuando en el primero se había obtenido respuestas a los tratamientos con nitrógeno, se probaron seis niveles de este elemento en combinación con tres de potasio.

Del primer experimento se tomaron datos de producción durante ocho años consecutivos y los datos de análisis foliar se tomaron al finalizar cada período mensual a partir del cuarto año de iniciado el ensayo (48 muestras analizadas por tratamiento). En el segundo experimento se obtuvieron datos de producción durante cinco años y así mismo los del análisis foliar, se tomaron mensualmente pero sólo durante los dos últimos años del ensayo (24 muestras analizadas por tratamiento). Ambos experimentos se realizaron con café de la variedad 'Robusta'.

En cacao los datos para la elaboración de los patrones se obtuvieron de un ensayo factorial de tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, el cual se llevó durante 10 años sobre el suelo aluvial del río Quevedo, de cualidades similares a gran parte de los suelos que tradicionalmente han sido cultivados con cacao en la parte central del Litoral. En este ensayo los datos del análisis químico foliar se tomaron mensualmente, durante tres años, pero sólo de las parcelas testigo y de las tratadas con las dosis más altas de los macronutrientes.

El método de muestreo que se usó para café, estuvo de acuerdo con lo aconsejado por Chaverri y Bornemiza (5), para cacao se seleccionó la cuarta hoja de brotes terminales recientemente maduros. La muestra total estuvo formada de 36 hojas: cuatro hojas de cada una de nueve plantas.

Inmediatamente después de tomadas las muestras foliares estas eran llevadas al laboratorio y se lavaban primero con una solución 1<sup>o</sup>/o de ácido clorhídrico, luego con una solución detergente, agua corriente y por fin con abundante agua destilada. Después las hojas se secaban en estufa a 70°C y se molían. Las muestras así preparadas se guardaban en fundas de papel glasine, en un cuarto que se mantuvo a una baja humedad relativa, con la ayuda de un deshumificador.

Tanto para el análisis de las hojas de café como para las de cacao, los métodos empleados fueron los siguientes:

Nitrógeno:	Micro-Kjeldhal
Fósforo:	Molibdato de amonio
Potasio:	Fotometría de emisión
Calcio y Magnesio:	Versenato
Magnesio:	Amarillo de tiazol

Los detalles acerca de los procesos que en el caso particular de este trabajo, se emplearon en la aplicación de estos métodos, fueron ya señalados por el autor (13).

Los datos de rendimiento de las plantas de cacao de los experimentos de fertilización, se tomaban quincenalmente y a la finalización de cada ciclo anual se reunían y se sometían al análisis estadístico. Para el caso del café se seguía el mismo proceso pero la cosecha se hacía a medida que maduraban las cerezas.

#### B. Para la evaluación de la condición nutricional de plantaciones comerciales.

Para la evaluación de la condición nutricional de las plantaciones tanto de café como de cacao, el procedimiento que se empleó fue el siguiente:

Se hizo un recorrido por la zona cafetalera de Manabí (diciembre de 1965) y se tomaron muestras foliares en varias haciendas representativas; luego también se tomaron muestras de hojas tanto de café como de cacao en recorridos que se hicieron en las zonas de Quevedo (diciembre de 1967) y Babahoyo (diciembre de 1968).

Como estas muestras fueron tomadas, preparadas y analizadas empleando los mismos métodos que los que se usaron para las muestras que sirvieron para la elaboración de los patrones, sobre la base de los resultados de sus análisis pudo hacerse la evaluación señalada. Para dicha evaluación sencillamente se comparó los niveles de

nutrimentos minerales en las hojas provenientes de las plantaciones con los patrones foliares correspondientes a diferente nivel de rendimiento.

En vista de la marcada influencia, demostrada para estos cultivos (1, 5, 7, 13, 3, 4, 23), de la época de toma de muestras, principalmente por efecto de la variación de pluviosidad, en este trabajo se elaboraron por separado patrones para evaluar muestras tomadas en época seca o lluviosa.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. En la obtención de patrones para café y cacao.

Los efectos que se obtuvieron, en el primer ensayo de fertilización de café, con la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre la producción y sobre los contenidos foliares de algunos nutrimentos minerales pueden apreciarse en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se puede ver como variaron los rendimientos y los contenidos minerales de las hojas cuando en el segundo ensayo se aplicaron dosis crecientes de nitrógeno y de potasio.

En ambos experimentos sólo la aplicación de nitrógeno originó aumento significativo de la producción de los cafetos al mismo tiempo que sobre los contenidos foliares del elemento (Cuadro 1).

La aplicación de potasio aumentó los contenidos foliares del mineral pero no aumentó los rendimientos, los cafetos tratados con este elemento tuvieron más bien un rendimiento más bajo, el cual podría explicarse por la significativa disminución de los contenidos foliares de calcio y de magnesio originada por el tratamiento con el fertilizante potásico (14).

La fertilización con superfosfatos no produjo efecto alguno sobre los rendimientos ni sobre los contenidos minerales de las hojas.

No se observó interacción alguna entre los nutrimentos probados.

Dosis de nitrógeno mayores a la probada en el primer ensayo, no originaron aumentos significativos en los contenidos foliares del elemento ni en la producción, al menos en el último año de toma de datos (ver Cuadro 2).

En el Cuadro 3 se presentan los promedios de producción y de contenidos de algunos minerales, que se obtuvieron en el ensayo factorial de fertilización de cacao con tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.

CUADRO 1. Efectos de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción y contenidos foliares de algunos minerales, en plantas de café.

Tratamientos	Producción †		Contenidos foliares				
	Ultimo año	Prom. 8 años	N	P	Porcentajes K	Ca	Mg
Sin N	805	500	2.27	0.140*	1.58	1.78	0.385**
Con N (204 g/pl/año)	1 607**	1 031**	2.70**	0.126	1.63	1.76	0.362
Sin P	1 301	764	2.47	0.133	1.60	1.72	0.380
Con P (204 g/pl/año)	1 111	765	2.50	0.133	1.62	1.81	0.371
Sin K	2 411	826	2.48	0.133	1.54	1.90**	0.380**
Con K (136 g/pl/año)	1 084	705	2.50	0.132	1.67**	1.63	0.365

† Las cifras indican kg de café oro/ha.

\* Diferencia estadísticamente significativa al nivel del 5<sup>o</sup>/o

\*\* Diferencia estadísticamente significativa al nivel del 1<sup>o</sup>/o

CUADRO 2. Variación de la producción y de algunos minerales en las hojas de café por la aplicación de varias dosis de nitrógeno.

Tratamientos	Producción †		Contenidos foliares		
	Ultimo año	Promedio 5 años	N	Porcentaje P	K
Sin N	1 148 b*	629 b	2.16	0.130	1.46
N1 (204 gN/pl/año)	1 948 a	857 ab	2.52	0.118	1.46
N2 (408 gN/pl/año)	2 264 a	1 040 a	2.69	0.116	1.48
N3 (612 gN/pl/año)	2 244 a	1 075 a	2.73	8.117	1.46
N4 (816 gN/pl/año)	2 285 a	1 048 a	2.77	0.114	1.45
N5 (1 020 gN/pl/año)	2 207 a	1 087 a	2.81	0.111	1.49
Sin K	2 175 a	1 000	2.61	0.123	1.41
K1 (136 gK <sub>2</sub> O/pl/año)	2 058 ab	977	2.59	0.116	1.47
K2 (272 gK <sub>2</sub> O/pl/año)	1 813 b	891	2.63	0.114	1.52

† Las cifras indican kg de café oro/ha

\* Los promedios con las mismas letras, en la columna, no difieren al nivel del 5<sup>o</sup>/o de probabilidades. Método D.B. Duncan (6).

CUADRO 3. Efectos de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción y contenidos foliares de algunos minerales en las hojas de cacao.

Tratamientos	Producción †		Cantidades foliares				
	Ultimo año	Prom. 6 años	N	P	Porcentajes K	Ca	Mg
Sin N	809 b	1 626 b*	.194	0.270	2.03	1.08	0.40
N1 (204 gN/pl/año)	1 102 a	2 105 a					
N2 (408 gN/pl/año)	1 468 a	2 221 a	2.14	0.207	2.06	1.20	0.40
Sin P	1 164	2 011	2.03	0.233	2.06	1.14	0.40
P1 (204 gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /pl/año)	1 039	1 921					
P2 (408 gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /pl/año)	1 200	2 024	2.05	0.244	2.10	1.15	0.40
Sin K	1 127	2 007	2.04	0.235	2.03	1.21	0.42
K1 (106 gK <sub>2</sub> O/pl/año)	1 125	1 961					
K2 (212 gK <sub>2</sub> O/pl/año)	1 127	1 983	2.03	0.242	2.10	1.08	0.38

† Las cifras indican kg de cacao seco/ha.

\* Los promedios con las mismas letras, en la columna, no difieren al nivel de 5<sup>o</sup>/o de probabilidades. Método D. B. Duncan (6).

Como lo indican estos datos, los efectos obtenidos con cacao fueron muy parecidos a los obtenidos de los ensayos con café, los cuales acaban de ser señalados. Las cifras relativamente más altas de fósforo, potasio y magnesio foliares, y más bajas de nitrógeno y calcio que las encontradas en café concuerdan con las reportadas en otros países (34, 9, 21, 32).

El hecho de que tanto para café como para cacao sólo la fertilización con nitrógeno originó aumento de producción y al mismo tiempo de las concentraciones foliares del elemento, determinó que en este trabajo se hayan logrado patrones foliares de nitrógeno para alto y bajo rendimientos, aunque, en el caso de los otros nutrientes estudiados sólo se hayan conseguido patrones para alto rendimiento.

Las variaciones de los contenidos foliares de nutrientes en las muestras que se tomaron mes a mes, son importantes para establecer dentro de qué rango de concentración puede esperarse producción elevada de las plantas, y dentro de cuál se puede diagnosticar bajos rendimientos.

En los Gráficos 1 y 2 puede verse que los contenidos foliares de nitrógeno, tanto en las plantas de café como de cacao de los experimentos de fertilización, fueron consistentemente diferentes en la época seca que en la lluviosa, igual cosa sucedió con los otros nutrientes analizadas. Por la razón indicada, las cifras alrededor de las mínimas dentro de los rangos señalados en el Cuadro 4 son aplicables a muestras tomadas en la época seca y las cifras alrededor de las máximas a las tomadas en época lluviosa.

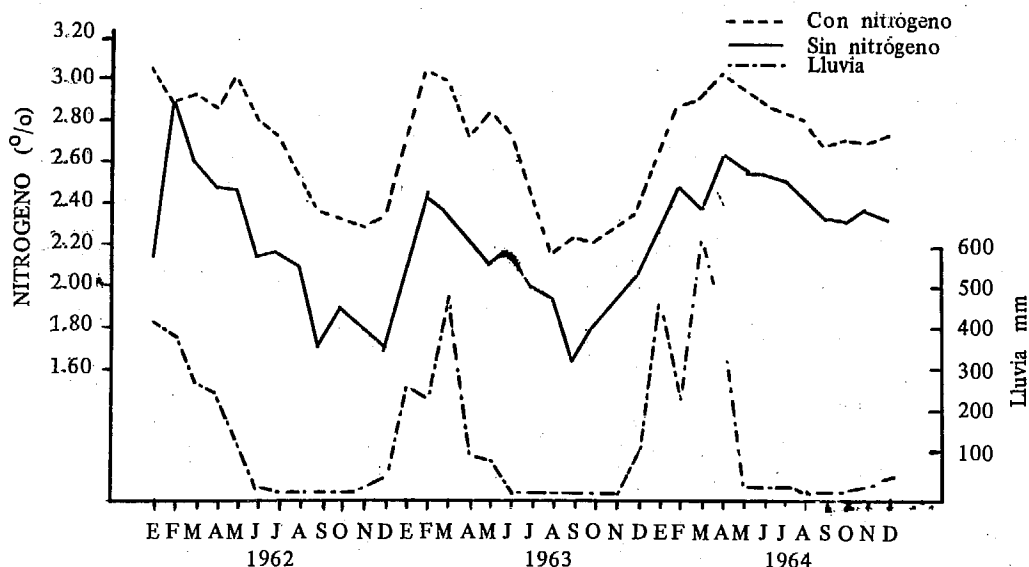


GRAFICO 1. Variaciones mensuales de los contenidos foliares de nitrógeno en cafetos tratados en el elemento y en cafetos no fertilizados.

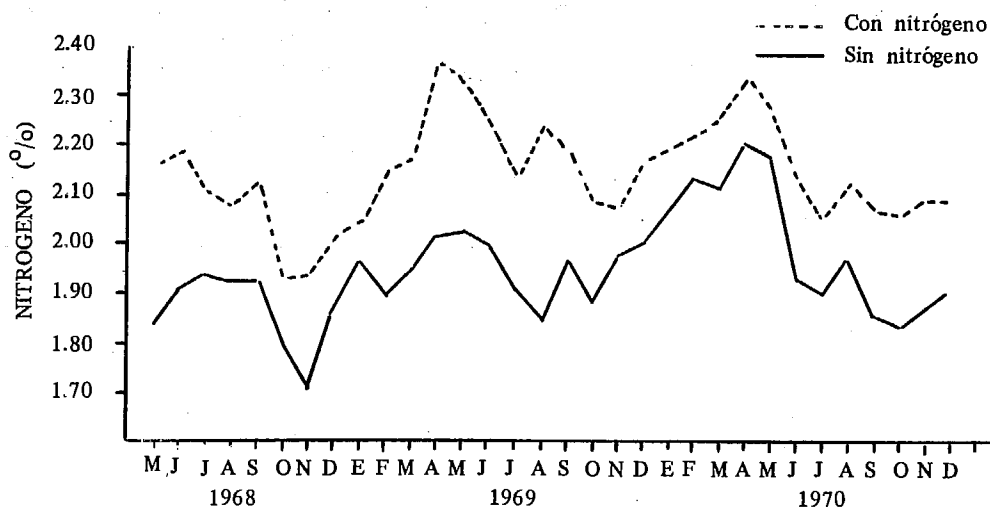


GRAFICO 2. Variaciones mensuales de los contenidos foliares de nitrógeno en cacao tratado con el elemento y en cacao no fertilizado

**B. En la evaluación de la condición nutricional de plantaciones comerciales.**

**a. De café**

Los resultados de los análisis químicos que se practicaron sobre las muestras de hojas de café y cacao, tomadas de plantaciones comerciales de estos cultivos, se presentan en los Cuadros 5 y 6 respectivamente.

Comparando los datos del Cuadro 5 con los patrones para café, correspondientes a muestras tomadas en época seca, del Cuadro 4, puede decirse lo siguiente:

Los contenidos de nitrógeno de las hojas de los cafetos de las plantaciones muestreadas, considerados independientemente, coinciden bastante bien con los de las plantas de buena producción de los experimentos de fertilización; pero resultan bajos si se considera la relación que deben guardar estos contenidos con los de fósforo y potasio (13, 24), como puede verse los valores de las razones N/P y N/K del Cuadro 5 son, en general, bastante más bajas que las de los patrones señalados. Los contenidos foliares de fósforo y potasio encontrados en las plantaciones de café son en general bien altos y constituyen la causa del desbalance indicado.

Los contenidos de magnesio y especialmente los de calcio del Cuadro 5 son, en cambio más bajos que los de los patrones del Cuadro 4. Aunque sobre la base de patrones para baja producción, obtenidos en otros países (5), no podría decirse que estos contenidos, considerados independientemente, llegan a ser críticos; la excesiva proporción de potasio en relación a la de ellos, que se observa a través de las razones K/Mg y K/Ca + Mg de las plantaciones, en comparación con las de las plantas de buena producción, podría ser la causa de los síntomas de deficiencia de magnesio y calcio (14, 34), que

esporádicamente se observan en las plantaciones comerciales.

**b. De cacao**

Comparando los datos del Cuadro 6 con los patrones para cacao, correspondientes a muestras tomadas en el período seco, del Cuadro 5, se observa lo siguiente:

Los contenidos absolutos de nitrógeno en las hojas de las plantaciones de cacao de la Hda. "San Antonio" y de la zona de Quevedo coinciden, en general, con las de las plantas de buena producción, pero los de la zona de Babahoyo coinciden más bien con los patrones de baja producción.

Contrariamente a lo encontrado en las plantaciones de café, los contenidos de fósforo y potasio de los huertos de cacao fueron en general más bajos que los de los patrones correspondientes del Cuadro 4, con lo que se tuvo razones N/P y N/K en general más altas que las de los patrones, inclusive en las plantaciones con bajo contenido de nitrógeno. Sobre la base de patrones obtenidos por Loue (21) y de otros obtenidos por Mc Donald, citado por Van Direndonck (34) no podría decirse, sin embargo, que estos contenidos de fósforo y potasio sean tan bajos que constituyan factores limitantes de importancia en la producción de estos huertos.

Los contenidos de calcio resultaron muy altos en relación con los de las plantas de buena producción de los experimentos y excepcionalmente altos en comparación con los considerados como óptimos en otros países (11, 32). Esta exagerada absorción de calcio por parte del cacao, en nuestro medio, origina un marcado desequilibrio con sus antagonicos dentro de la planta, lo cual puede apreciarse comparando los valores de las razones Ca/Mg y

**CUADRO 4.** Contenidos foliares —en %— de algunos nutrimentos minerales en las plantas de café y cacao de buena y baja producción de los experimentos de fertilización.

	CAFE Producción				CACAO Producción			
	Buena		Baja		Buena		Baja	
N	2.50 a/	— 2.87 b/	2.11 a/	— 2.48 b/	2.01 a/	— 2.15 b/	1.86 a/	— 2.03 b/
P	0.11	— 0.13	0.14	— 0.15	0.21	— 0.21	0.27	— 0.27
K	1.49	— 1.72			2.10	— 1.97		
Ca	1.84	— 1.58			1.03	— 1.37		
Mg	0.42	— 0.39			0.38	— 0.43		
N/P	22.73	— 22.08	15.06	— 16.55	9.57	— 10.24	6.89	— 7.54
N/K	1.68	— 1.67	1.50	— 1.46	0.96	— 1.09	0.91	— 1.01
Ca/Mg	4.38	— 4.05			2.71	— 3.19		
K/Mg	3.55	— 4.41			5.53	— 4.58		
K/Ca + Mg	0.66	— 0.88			1.49	— 1.09		

a/ Promedios de las cifras halladas en muestras tomadas en época seca.

b/ Promedios de las cifras halladas en muestras tomadas en época lluviosa.

CUADRO 5. Resultados de los análisis químicos de las muestras foliares de café, tomadas en varios sectores del Litoral

SECTORES	Contenidos foliares					Contenidos foliares				
	N	P	Porcentajes			N/P	N/K	Ca/Mg	K/Mg	K Ca+Mg
			K	Ca	Mg					
<b>ZONA CAFETALERA DE MANABI</b>										
Campuzano	2.54*	0.201	2.26	1.26	0.370	12.64	1.12	3.40	6.11	1.39
Pedro P. Gómez	2.25	0.215	1.97	1.60	0.300	10.46	1.14	5.33	6.57	1.04
Cascol	2.46	0.256	2.43	1.03	0.370	9.61	1.01	2.78	6.57	1.73
Ayacucho	2.66	0.188	2.37	1.47	0.380	14.15	1.12	3.87	6.24	1.28
Alhajuela	2.38	0.256	2.15	2.12	0.400	9.30	1.11	5.30	5.37	0.85
Flavio Alfaro	2.50	0.195	1.88	1.33	0.370	12.82	1.33	3.59	5.08	1.10
Diez de Agosto	2.50	0.209	2.83	1.31	0.370	11.96	0.88	3.54	7.65	1.68
Calceta	2.46	0.250	2.28	1.54	0.390	9.84	1.08	3.95	5.85	1.18
<b>ZONA DE QUEVEDO</b>										
Quevedo B. Fe	2.64	0.167	2.09	1.36	0.300	15.81	1.26	4.50	7.00	1.26
Quevedo Mocache	2.42	0.155	2.16	1.27	0.340	15.61	1.12	3.73	6.35	1.26
Bna. Fe Sto. Domingo	2.59	0.183	2.00	1.20	0.240	14.15	1.29	5.00	8.33	1.39
Sur de Mocache	2.34	0.151	2.28	1.41	0.420	15.50	1.03	3.36	5.43	1.25
Quevedo - Empalme	2.72	0.165	2.66	1.43	0.340	16.48	1.02	4.20	7.82	1.50
Empalme - La Guayas	2.93	0.135	2.16	1.43	0.400	21.70	1.36	3.57	5.40	1.18
<b>ZONA DE BABAHOYO</b>										
Vinces - Isla Bejucal	2.85	0.080	2.12	1.81	0.455	35.62	1.34	3.98	4.66	0.94
Isla Bejucal - S. Juan	2.73	0.100	2.45	1.56	0.378	27.30	1.11	4.13	6.48	1.26
S. Juan - Babahoyo	2.33	0.120	2.27	1.44	0.401	19.42	1.03	3.59	5.66	1.23
P. Viejo - Catarama	2.48	0.130	2.23	1.54	0.402	19.08	1.11	3.83	5.55	1.15
Ricaurte - Caracol	2.64	0.100	1.92	1.50	0.415	26.40	1.37	3.61	4.63	1.00

\* Cada cifra es un promedio de los análisis practicados sobre varias muestras tomadas de cada sector.

CUADRO 6. Resultados de los análisis químicos de las muestras foliares de cacao, tomadas en varios sectores del Litoral.

SECTORES	Contenidos foliares					Contenidos foliares				
	N	P	Porcentajes			N/P	N/K	Ca/Mg	K/Mg	K Ca-Mg
			K	Ca	Mg					
<b>ZONA DE QUEVEDO</b>										
Quevedo - Buena Fe	2.07*	0.17	2.27	1.42	0.41	12.47	0.91	3.46	5.54	1.24
Quevedo - Mocache	2.11	0.16	1.82	1.47	0.57	13.10	1.16	2.58	3.19	0.89
Buena Fe - Sto. Domingo	2.04	0.15	1.89	1.63	0.44	13.16	1.08	3.70	4.29	0.91
Sur de Mocache	1.99	0.14	2.00	1.36	0.54	14.01	0.99	2.52	3.70	1.05
Hda. "La Esperanza"	1.98	0.16	1.97	1.48	0.35	12.15	1.00	4.23	5.63	1.08
Quevedo - Empalme	2.05	0.14	1.81	1.60	0.39	14.75	1.13	4.10	4.64	0.91
Valencia - La Unión	2.12	0.12	2.16	1.18	0.33	17.10	0.98	3.57	6.54	1.43
Empalme - La Guayas	2.02	0.15	2.24	1.41	0.44	13.03	0.90	3.90	5.09	1.21
<b>ZONA DE BABAHOYO</b>										
Vinces - Isla Bejucal	2.21	0.12	1.95	1.60	0.45	18.42	1.13	3.56	4.33	0.95
Isla Bejucal - S. Juan	2.04	0.14	1.90	1.40	0.44	14.57	1.07	3.20	4.34	1.03
San Juan - Babahoyo	1.95	0.15	1.74	1.16	0.46	13.00	1.12	2.53	3.79	1.07
P. Viejo - Catarama	2.09	0.14	1.83	1.37	0.49	14.93	1.14	2.77	3.70	0.98
Ricaurte - Caracol	2.19	0.14	1.84	1.28	0.46	15.64	1.19	2.78	4.00	1.06
San Juan - P. Viejo	1.74	0.14	1.52	1.60	0.52	12.43	1.14	3.07	2.92	0.72
P. Viejo - Ventanas	1.80	0.13	1.78	1.60	0.44	13.85	1.01	3.64	4.05	0.87
Babahoyo - Montalvo	1.84	0.14	1.83	1.28	0.39	13.14	1.00	3.29	4.70	1.09
<b>ZONA DE MILAGRO (sectores de la Hda. "San Antonio")</b>										
1	2.12	0.18	1.75	1.30	0.29	11.78	1.21	4.48	6.03	1.10
2 D	2.13	0.23	1.92	1.25	0.28	9.26	1.11	4.46	6.86	1.25
2 C	2.21	0.20	1.83	1.31	0.29	11.05	1.21	4.51	6.31	1.16
2 BEG	2.23	0.20	1.99	1.44	0.28	11.15	1.12	5.14	7.11	1.16
3 C	2.09	0.20	1.77	1.53	0.30	10.45	1.18	5.10	5.90	0.98
3 D	1.92	0.20	1.84	1.36	0.28	9.60	1.04	4.86	6.57	1.12
3 BAE	2.06	0.18	1.66	1.69	0.34	11.44	1.24	4.97	4.88	0.82
4	2.25	0.23	1.67	1.68	0.29	9.78	1.35	5.79	5.76	0.85
Propagador	2.35	0.20	1.97	1.59	0.32	11.75	1.19	4.97	6.16	1.03
Colección	2.19	0.19	1.90	1.55	0.27	11.53	1.15	5.74	7.04	1.04

\* Cada cifra es un promedio de los análisis practicados sobre varias muestras tomadas de cada sector.

K/Ca + Mg, hallados en este trabajo, (Cuadros 4 y 6) con los obtenidos en otros países (34, 9).

## V. CONCLUSIONES

1. El desbalance que, debido a los altos contenidos de fósforo y potasio, aparentemente existe en la realidad de los cafetales de este estudio, se podría corregir por medio de la fertilización nitrogenada.
2. Los contenidos foliares de potasio en estas mismas plantaciones son excesivos en relación con los de sus análogos calcio y magnesio. La fertilización con potasio empeoraría este desbalance y disminuir la cosecha en las plantaciones, al igual que como sucedió en los ensayos de fertilización de este trabajo.
3. Los contenidos foliares de nitrógeno de algunas plantaciones comerciales de cacao de este estudio, especialmente las localizadas en la zona de Babahoyo están alrededor del nivel de deficiencia; por tanto, es muy posible que el empleo de fertilizantes nitrogenados en dichas plantaciones mejore los rendimientos.
4. Aunque los contenidos de fósforo y potasio de las hojas, en las plantaciones de cacao estudiadas, no llegan a niveles de deficiencia, existe la posibilidad de lograr aumentos de sus rendimientos, si por medio de la fertilización química se alcanzara niveles foliares de estos nutrientes más cerca de los óptimos.
5. Los contenidos foliares excesivamente altos de calcio, que se encontraron en el cacao podrían ser una de las causas de algunos de los numerosos trastornos que presenta el cultivo en nuestro medio. Dicho exceso rompe el equilibrio que debe existir dentro de la planta entre este nutrimento y otros como potasio, magnesio y boro.

## VI. RESUMEN

Se condujeron por varios años dos ensayos de fertilización en café y uno en cacao en el Litoral ecuatoriano. La información sobre rendimientos y contenidos foliares obtenidos de estos experimentos serviría para diagnosticar el estado nutricional de los dos cultivos en plantaciones comerciales.

Los resultados de los experimentos mostraron un marcado efecto del nitrógeno en los rendimientos y contenidos foliares del elemento, pero no se obtuvo efecto alguno de fósforo y/o potasio sobre estos dos parámetros.

En el caso de nitrógeno se determinaron patrones para análisis foliar para alta y baja producción, mientras en los casos de fósforo y potasio sólo se consiguieron patrones para alta producción.

En la segunda fase de este estudio, los análisis químicos de muestras foliares tomados de plantaciones comerciales fueron comparados con los patrones arriba indicados y en base de esto se concluyó acerca del estado nutricional de ellos.

## VII. LITERATURA CITADA

1. BONNET, J. A. Influence of varieties and seasons upon the mineral nutrient levels of coffee leaves from Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 53(8): 177-186. 1969.
2. BOYNTON, D. y SANDS, F. A survey of the fertility status of the cocoa soils of Costa Rica, as determined by soil and leaf analysis, and a preliminary study of the relation of depth of rooting of cocoa trees to soil drainage. In *Conferencia Interamericana de Cacao*, 5a., Turrialba, Costa Rica. Julio 4-10, 1954. Trabajos presentados. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1964. V.1. Sección Suelos. Doc. 3. 13p.
3. BURRIDGE, J. C., LOCKARD, R. G. y ACQUAYE, D.K. The levels of N, P, K, Ca and Mg in the leaves of cocoa as affected by shade, fertilizer, irrigation and season. *Annals of Botany* 28 (111): 401-417. 1964
4. CUNHA, H. M. Da. Variacao estacional dos teores de macronutrientes em tecidos do cacao-ueiros na regio sul do Estado da Bahia. In *Conferencia Internacional de Pesquisas em cacao*, 2a., Salvador e Itabuna. Novembro 19-26. 1967. *Memorias. Bahia, CEPLAC*, 1969. pp. 339-342.
5. CHAVERRI, G., BORNEMISZA, E. y CHAVES, F. Resultados del análisis foliar del café en Costa Rica. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias. Informe Técnico No. 3. 1953. 39 p.
6. DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11(1): 1-42. 1955.
7. ESPINOZA FLORA, M. Resultados preliminares del análisis foliar del café en El Salvador. Santa Tecla, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. Boletín Informativo, Suplemento No. 10. 1961. 81 p.
8. GALLO, J. R. et al. Teores de nitrogenio em folhas de cafeeiro, em relacao a adubacao quimica. I. Latossolo roxotransicao para latossolo vermelho amarelo orto. *Bragantia (Brasil)*



9. GEUS, J. G. de Fertilizer guide for Tropical and Sub-Tropical farming. Zurich. Centre d'Etude de l'Azote, 1967. pp. 386-387.
10. HARDY, F., McDONALD, J. A. y RODRIGUEZ, G. Leaf analysis as a means of diagnosing nutrient requirements of tropical orchard crops. *Journal of Agricultural Science* 25(4): 610-627. 1935.
11. ————. Report on a visit to the riverine belt of Ecuador. Turrialba, Costa Rica. Inter-American Institute of Agricultural Science. Report No. 37. 1960. 30 p.
12. HUERTA, S. A. Epoca de muestreo y par de hojas representativas del estado nutricional del cafeto. Turrialba (Costa Rica). 14(2): 63-70. 1964.
13. LAINEZ, J. La nutrición de café robusta en la zona de Quevedo-Ecuador. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico No. 1. 1971. 32 p.
14. ————. Relaciones entre los contenidos de cationes entre el suelo y en las hojas de plantas de café deficientes en magnesio. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1962. 88 p.
15. ————. Fertilización química de café y cacao en el Litoral ecuatoriano. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico No. 6. 13 p. 1972.
16. LAINS e SILVA, HELIA y LAINS e SILVA, HERDER. Variacao de composicao mineral de folhas de Cafeiro. *Revista de Café Português*. 3(11): 45-61; (12): 15-34, 1956. 4(14): 14-60. 1957.
17. LOTT, W. L. et al. Estudio de cafetales de San Pablo y Paraná mediante el análisis foliar. *IBEC Research Institute Bulletin* No. 26. 1961. 72 p.
18. ————, et al. Leaf analysis technique in coffee research. *IVEC Research Institute. Bulletin* No. 9. 1958. 26 p.
19. LOUE, A. Mineral nutrition of robusta coffee plant and its manuring in Ivory Coast. I. The coffee plant nutrition problems in Ivory Coast. II. The robusta coffee plants mineral nutrition. III. Coffee manuring in Ivory Coast. *Fertilite No. 5*: 27-34; 35-52; 55-60. 1958.
20. ————. Etude de la nutrition du cafeier por la methode du diagnostic foliaire. Bingerville, Cote d'Ivoire. Centre de Recherches Agronomiques. *Bulletin* No. 8. 1953.
21. ————. Estudio de las carencias y de las deficiencias del cacao; las deficiencias minerales del cacao en Costa de Marfil. *Fertilite* 14: 42-50. 1961-1962.
22. MACHADO, A. Algunos resultados experimentales con fertilizantes en cafetos. *Centacafé* 9 (3): 7-8. 1958.
23. MACHICADO, M. y HAVORD, G. La nutrición mineral del cacao. Algunos resultados preliminares del análisis químico de hojas de cacao. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, Julio 13-19, 1958. Palmira, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1958. pp. 455-475.
24. McDONALD, J. A. A study of the relationship between nutrient supply and the Chemical composition of the cacao tree. In *Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on cocoa Research* 3: 50-62. 1933.
25. ———— y RODRIGUEZ, G. The effect of manurial treatment on the chemical composition of cocoa leaves: The diagnosis of soil and crop nutrient requirements by means of leaf analysis. In *Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on cocoa Research* 4: 74-82. 1934.
26. MULLER, L. Mineral deficiencies in coffee in Costa Rica. In *Meeting in Soil Fertility and Fertilizers for the Latin American Region*. Turrialba, Costa Rica. 1957. Preliminary report. Turrialba, Costa Rica. Inter American Institute of Agricultural Sciences. 16-47 pp. 1957.
27. MULLER, L. La aplicación del diagnóstico foliar en el cafeto (*coffea arábica* L.) para una mejor fertilización. Turrialba, (Costa Rica) 9 (4): 110-112. 1959.
28. ————. Algunas deficiencias minerales comunes en el cafeto (*coffea arábica* L.). Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, *Boletín Técnico* No. 4. 40 p. 1959
29. MEDCALF, J. C. et al. Programas experimentales

- en el Brasil, IBEC Research Institute, Bulletin No. 6.
30. MALAVOLTA, E. et al. La nutrición mineral de algunas cosechas tropicales. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. pp. 46-71. 1964.
  31. \_\_\_\_\_, GOMES, P. y COURY, T. Estudio de la alimentación mineral del caféto (*coffea arábica* L. var. "Bourbon rojo"). Fertilité 5: 15-25. 1958.
  32. MURRAY, D. B. Leaf analysis applied to cocoa. Cocoa Growers'. Bulletin 9: 25-31. 1967.
  33. \_\_\_\_\_, The use of shade for cocoa. In Conferencia Interamericana de Cacao, 6a., Salvador, Bahia, Brasil. Mayo 20-27, 1956. Bahia, Brasil, Instituto de Cacau da Bahia, 1957. pp. 111-116.
  34. VAN DIERENDONCK, F. J. The manuring of coffee, cocoa, tea and tobacco. Geneva. Centre d'Etude de l'Azote. 1959. pp. 38-39, 66-67.
  35. WALSH, L. M. y BEOTON, J. D. Soil testing and plant analysis. Madison, Wisconsin. Soil Science Society of America, 1973. 491 p.

PRODUCCION:  
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP  
Casilla 2600 — Quito-Ecuador  
Noviembre, 1982 — SIP-010  
Boletín Técnico No. 49  
Editor: Lcdo. Ismael Tuffiño N.  
Impresión: INIAP  
C de A.