

## LA FERTILIZACION NITROGENADA DE *Coffea arabica*, L. CULTIVADO AL SOL, BAJO RIEGO, EN SUELO FERRALITICO ROJO. II. INDICES AGROQUIMICOS

J. R. MARTIN

### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los efectos de la fertilización residual con nitrógeno, a mediano plazo, sobre algunos índices agroquímicos en el suelo y en la planta, se estudiaron seis niveles de N con dos fondos de P y K aplicados a cafetos plantados a 2 x 1 m en suelo Ferralítico Rojo compactado, a plena exposición solar y bajo riego, desde julio de 1978 a diciembre de 1985. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y diez plantas de cálculo por parcela. El N se aplicó en el momento del establecimiento de la plantación, a los dos años (primera cosecha) y desde ese momento, anualmente. El P y el K fueron aplicados únicamente al efectuar la plantación. Los principales resultados obtenidos mostraron que el nitrógeno no influyó definitivamente en los índices agroquímicos evaluados en el suelo y que las concentraciones de nitrógeno en las hojas estuvieron determinadas por las aplicaciones que de este nutrimento recibieron los cafetos.

### INTRODUCCION

El método del diagnóstico nutrimental del cafeto, basado en los análisis de suelo y planta, ha sido utilizado ampliamente en el mundo y particularmente en Cuba por Martín (1980) y Rivera y Martín (1980).

Aún cuando el análisis de suelo constituye una buena guía para fertilizar el cafeto, a la luz del conocimiento actual y desde el punto de vista de su importancia en la predicción de la nutrición de las plantas, su uso es limitado y está restringido principalmente al reconocimiento inicial de la fertilidad del suelo, a la definición de la categoría de fertilidad a que pertenece y a la identificación de los cambios químicos que sufre la banda de fertilización como consecuencia de la fertilización periódica. El análisis foliar viene a ser el arma del agroquímico para investigar, en la planta misma, la contribución del suelo y de los fertilizantes al estado fisiológico de la planta (Martín, Rivera y Chala, 1983).

Según Carvajal (1984), la definición de un nivel crítico del nitrógeno en el suelo, de utilidad práctica, resulta poco factible y recomienda el empleo del análisis foliar.

El presente trabajo se desarrolló para estudiar los efectos de la fertilización residual con nitrógeno, a mediano plazo sobre algunos índices agroquímicos de *Coffea arabica*, L., cultivado en suelo Ferralítico Rojo, a plena exposición solar y bajo riego.

## MATERIALES Y METODOS

Las características y condiciones del área experimental y la metodología general de trabajo empleada, fueron descritas en la primera parte de esta serie (Martín, 1988).

Se realizaron muestreos de suelo en julio de 1978, antes del establecimiento de la plantación en diciembre de 1978 y desde esa fecha, anualmente hasta diciembre de 1985. Los muestreos se hicieron a la profundidad de 0-20 cm tomando en cada parcela 20 sub-muestras y formando con ellas una muestra compuesta. El primer muestreo se hizo en forma diagonal en cada parcela y los restantes, después de establecida la plantación, tomando dos sub-muestras a cada lado de las plantas de cálculo, sobre la banda de fertilización.

A cada muestra de suelo, secada al aire, molida y tamizada, se le hicieron las siguientes determinaciones analíticas:

- pH en agua y en cloruro de potasio, con potenciómetro, en relación suelo: solución de 1:2,5, según Hesse (1971),
- materia orgánica, por el método de oxidación húmeda de Walkley Black con dicromato de potasio y ácido sulfúrico (Jackson, 1970),
- P asimilable, por extracción con solución de fluoruro de amonio 0,03 N y ácido clorhídrico 0,025 N; según el método de Bray-Kurtz (1) y determinación fotocolorimétrica del P en extracto con molibdato de amonio y cloruro estannoso (Jackson, 1970).
- cationes cambiables, por extracción con solución de acetato de amonio 1N a pH= 7, en relación suelo: solución de 1:2,5, según el método de Bray y Willhite (Chapman, 1965), determinando Na y K en el extracto por fotometría de llama (Pratt, 1965) y Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica (Cooke, 1973).

También se hicieron muestreos foliares anuales, a partir del mes de abril de 1980 (primera cosecha) hasta abril de 1985, para lo cual se tomaron dos cuartos pares de hojas de ramas fructíferas, en la parte media de cada planta de cálculo, orientados hacia las entrecalles, para construir una muestra representativa de 40 hojas por parcela.

Las muestras foliares, una vez lavadas, secadas en estufa a 60 °C hasta peso constante y molidas, fueron sometidas a digestión ácida, empleándose el método Kjeldhal modificado con ácido sulfúrico y selenio, para obtener el extracto al cual se le determinó N, P y K (Samuels, 1969).

Después de digeridas las muestras, se hicieron las determinaciones de los contenidos totales de los elementos de acuerdo con las técnicas siguientes, descritas por Samuels (1969):

- N, por fotocolorimetría, según el método de Nessler,
- P, por fotocolorimetría, según el método del ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico-molibdato de amonio,
- K, por fotometría de llama.

Los resultados de las diferentes evaluaciones se sometieron a análisis de varianza de clasificación doble, procediéndose, además, a realizarles análisis de regresión cuadrática entre algunas de las variables estudiadas, obteniéndose las ecuaciones de regresión y los índices de determinación ( $R^2$ ) correspondientes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Suelo

Las aplicaciones de nitrógeno, según los tratamientos en estudio, no provocaron diferencias significativas en las características químicas del suelo, las cuales fueron determinadas mediante los análisis químicos. En la Tabla I se exponen los valores promedio de las determinaciones realizadas a partir de 1978 hasta 1985, incluyendo a los Testigos ( $T_0$ ) y ( $T_1$ ) como referencia.

La utilización del nitrato de amonio, en vez de sulfato de amonio como portador de nitrógeno, pudiera ser la causa fundamental de que en este estudio, aunque se aplicaron grandes dosis de nitrógeno, no se produjeran modificaciones significativas en las características químicas del suelo, especialmente en el pH, como determinó Martín (1980 a) en condiciones ecológicas semejantes, al evaluar los efectos de dosis crecientes de sulfato de amonio como fuente de nitrógeno para el café.

No obstante, en esta oportunidad se observó una tendencia al incremento de la acidez del suelo, en el tiempo, tendencia que no debe obviarse, no solamente por el posible incremento de la acidez como tal, sino también por la desaturación de bases cambiables que ello puede provocar (Valencia, Gómez y Bravo, 1975 y Martín, 1980 a).

### Planta

Al concluir la primera cosecha, a finales del segundo año (diciembre de 1980), los cafetos de los tratamientos  $N_0$  hasta  $N_{120}$  comenzaron a manifestar algunos síntomas visuales de deficiencia de nitrógeno (Müller, 1959), más acentuados lógicamente en los tratamientos  $N_0$  hasta  $N_{60}$ . Por la razón anteriormente indicada, en esa fecha concluyó el período en que se evaluó el efecto residual de la fertilización nitrogenada, aplicada en el momento del establecimiento de la plantación, en julio de 1978.

La sintomatología visual de deficiencia de nitrógeno estuvo asociada a valores inferiores o iguales a 2,90 % de N en las hojas, en abril de 1981 previo a la segunda fertilización, la cual se hizo a partir del conocimiento de la imposibilidad de contar con residuos de la fertilización inicial, para garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo de los cafetos. Con la citada fertilización se inició la fase de aplicación nitrogenada anual de los cafetos.

Los tratamientos nitrogenados en estudio influyeron positiva y significativamente sobre la concentración de nitrógeno total en las hojas, efecto que se manifestó en las seis evaluaciones realizadas (1980 - 1985), de las cuales se muestra su promedio en la Figura 1, denotándose cómo se alcanza el máximo valor del % N frente a la dosis de 120 g de N/plantón; además, se señalaron los valores alcanzados frente a los testigos ( $T_0$ ) y ( $T_1$ ) como referencia.

En la Tabla II se exponen los datos correspondientes a las concentraciones de P y K, así como sus relaciones en las hojas incluyendo a los testigos ( $T_0$ ) y ( $T_1$ ) como referencia.

La respuesta diferenciada de la concentración de N en las hojas de café, frente a las dosis variables de este nutrimento aplicadas al suelo, permite relacionar estas concentraciones con el rendimiento y determinar el grado de dependencia entre ambas, con vistas a proponer niveles críticos preliminares que sirvan de guía, conjuntamente con los resultados de los análisis de suelos, para la fertilización racional del café (Martín, Rivera y Chala, 1983).

Respecto a los pocos trabajos hechos en Cuba sobre el uso del análisis foliar en el cultivo del café (Martín, 1980 b; Rivera y Martín, 1980 y González et al., 1986), los valores de las concentraciones de nitrógeno en las hojas, determinados en este estudio, principalmente frente a las dosis de 90 y 120 g de N/plantón, son indicativas de un estado nutrimental satisfactorio, ya que oscilan dentro del rango considerado como adecuado: 3,00 - 3,30 % en la época de las floraciones principales del café.

Los cafetos cultivados al sol, como en este estudio, tienen un mayor contenido de nitrógeno total en las hojas expuestas.

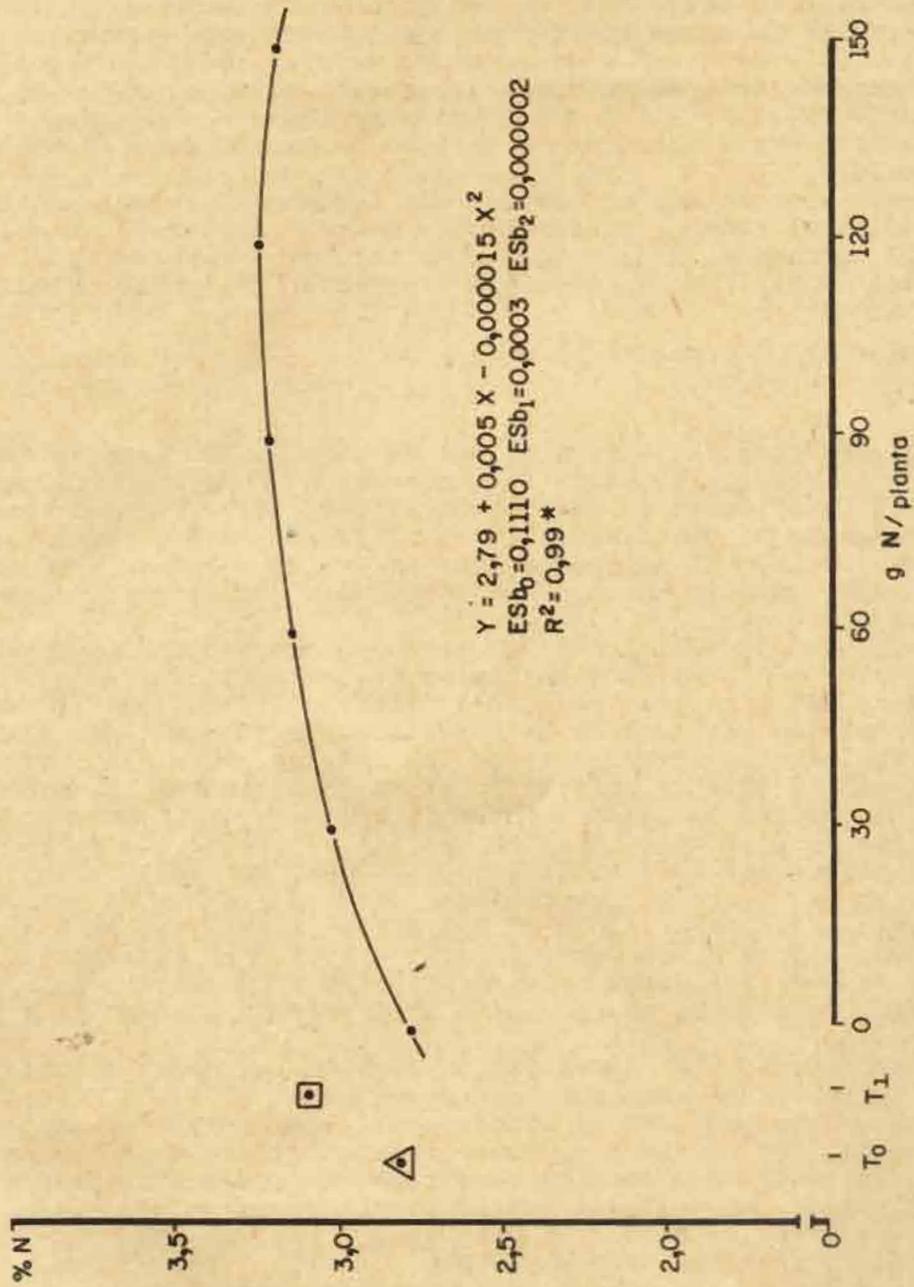


Figura 1. Relaciones entre la concentración de nitrógeno en las hojas del café y las dosis de nitrógeno aplicadas.

Tabla I. Comportamiento de algunos índices de la fertilidad del suelo ante la fertilización con nitrógeno. Valores promedio de veinte y cuatro muestras compuestas, correspondientes a los seis tratamientos en estudio (1) y a los testigos (T<sub>0</sub>) y (T<sub>1</sub>), respectivamente.

Año	Tratamiento	pH		M.O. (%)	Pasim. (mg/kg)	Cationes cambiabiles (c mol./kg)		
		Agua	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
1978-1985	1	5,7	4,7	2,77	31	9,44	2,19	0,39
	T <sub>0</sub>	5,8	5,0	2,81	25	8,69	2,24	0,21
	T <sub>1</sub>	6,8	4,4	2,77	34	7,45	1,85	0,36
Rango	1	5,9-5,5	5,0-4,5	3,36-2,55	56-22	14,23-4,90	3,00-1,20	0,60-0,26
	T <sub>0</sub>	6,2-5,4	5,4-4,7	3,31-2,61	53-18	13,00-5,10	3,54-1,36	0,45-0,10
	T <sub>1</sub>	5,7-4,7	4,9-4,0	3,28-2,66	56-20	11,50-5,0	3,26-0,96	0,98-0,10

Siempre que exista suficiente cantidad de este elemento en el suelo y la necesidad de mayor cantidad de nitrógeno se debe, en parte, a una mayor actividad fisiológica y como consecuencia a una mayor producción de café en comparación con el cultivo a la sombra (Medcalf, Lott, Tectery y Quinn, 1955).

Tabla II. Comportamiento de la concentración de P y K en las hojas del cafeto ante la fertilización con nitrógeno. Valores promedio de veinte y cuatro muestras compuestas, correspondientes a los seis tratamientos en estudio (1) y a los testigos (T<sub>0</sub>) y (T<sub>1</sub>), respectivamente.

Año	Tratamiento	% P	% K	P/K
$\bar{x}$ 1980-1985	1	0,19	1,92	0,09
	T <sub>0</sub>	0,22	2,10	0,10
	T <sub>1</sub>	0,19	1,66	0,11
Rango	1	0,23-0,13	2,53-1,47	0,12-0,08
	T <sub>0</sub>	0,24-0,19	3,25-1,55	0,14-0,07
	T <sub>1</sub>	0,23-0,12	2,70-1,01	0,20-0,07

## REFERENCIAS

- CARVAJAL, J. F. Cafeto. Cultivo y fertilización. 2da. Ed. Berna: Instituto Internacional de la Potasa, 1984. 354 p.
- COOKE, P. Atomic Absorption Spectrophotometry. Cambridge: Pye Unicam, 1973.
- CHAPMAN, H.D. Total Exchangeable Bases. In: C. A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Madison, 1965 (Am. Soc. Agron. Mon., 9), 1965.
- GONZALEZ, C.; S. CHALA y J. ALMAGUER. Influencia de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y el contenido mineral del cafeto cultivado bajo sombra. Cuarto Seminario Científico. Estación Experimental "Escambray". IIAMS-MINAGRI. Cienfuegos, 1986. (Resúmenes).
- HESSE, P.R. A Text book of Soil Chemical Analysis. London: John Murray, 1971.
- JACKSON, M. L. Análisis químico de suelo. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1970. 662 p. (Edición Revolucionaria).
- MARTIN, J. R. Fertilización del cafeto cultivado al sol en suelo Ferralítico Pojo. I. Efecto de la fertilización con N, P y K sobre las características químicas del suelo. *Cultivos Tropicales*, La Habana 2 (2) :219-245, 1980 a.
- MARTIN, J. P. Fertilización del cafeto cultivado al sol en suelo Ferralítico Rojo. II. Efecto de la fertilización con N, P y K sobre sus contenidos correspondientes en las hojas. I. Jornada Científica del I.I.A. "Jorge Dimitrov". Bayamo, 1980 (b). (Resúmenes). p. 30.
- MARTIN, J. R.; R. RIVERA Y S. CHALA. La fertilización del cafeto. Ciudad de la Habana: Academia de Ciencias de Cuba. Dirección Agrícola. Primera Reunión Nacional de Agroquímica, 1983. 120 p.
- MARTIN, J. R. Fertilización nitrogenada del *Coffea arabica*, L. cultivado al sol, bajo riego, en suelo Ferralítico Rojo. I. Crecimiento. *Cultivos Tropicales* 10 (4), 1988.
- MEDCALF, J.C.; W.L. LOTT; P.B. TECTER Y L.P. QUINN. Programas experimentales en Brasil. *IBEC Research Institute (New York)*. *Boletín* (6) :1-59, 1955.
- MULLER, L.E. Algunas deficiencias minerales comunes en el cafeto (*Coffea arabica*, L.). Turrialba: IICA, 1959. 10 p. (Boletín Técnico, 4).

- PRATT, P.F. Potassium; Sodium. En: C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis. II. Chemical and Microbiological Properties. Madison, 1965. (Am. Soc. Agron. Mon., 9).
- RIVERA, R. Y J. R. MARTIN. Efecto de niveles de N, P y K en *C. arabica* var. Mundo Novo, cultivado al sol, sobre fondo fijo de arroyo y compost en la fase de fomento. III. Análisis foliar. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Café y Cacao* 2 (1) :65-79, 1980.
- SAMUELS, G. Foliar Diagnosis for Sugarcane. Río Piedras, 1969. (Agric. Res. Publications).
- VALENCIA, G.; A. GOMEZ Y E. BRAVO. Efecto de diferentes portadores de nitrógeno en el desarrollo del café y en la fertilidad de los suelos. *Cenicafé* 26 (3) :131-142, 1975.

## ABSTRACT

*NITROGENOUS FERTILIZATION OF Coffea arabica, L. GROWING ON A RED FERRALITIC SOIL, UNDER SUNLIGHT AND IRRIGATION CONDITIONS. II. AGROCHEMICAL INDEXES*

*This research study was conducted in order to evaluate the effects of mid-term N residual fertilization on some agrochemical indexes in the plant and soil. For this purpose, six levels of N together with two fixed ones of P and K were applied to coffee trees, growing on a compacted Red Ferralitic soil at 2 x 1 m, under full sunlight and irrigation, from July 1978 to December 1985. A randomized block design with four replicates and ten calculus plants per plot was used. Nitrogen was applied at plant establishment, two years later (first harvest) and then every year. P and K were just applied at planting time. The main results have proved that N did not influence definitively soil agrochemical indexes. Also, leaf N concentrations were determined by its applications to coffee trees.*

Manuscrito recibido el 18/X/88.