

234

LA FERTILIZACION NITROGENADA DE *Coffea arabica*, L. CULTIVADO AL SOL, BAJO RIEGO, EN SUELO FERRALITICO ROJO. I. CRECIMIENTO

J. R. MARTIN

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los efectos de la fertilización residual con nitrógeno, a mediano plazo, sobre el crecimiento del cafeto, 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 en el INCA, desde julio de 1978 a diciembre de 1985. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y diez plantas de edículo 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 crecimiento de los cafetos, evaluado a través de la altura y el diámetro de su copa, fue afectado significativa y positivamente por el nitrógeno aplicado, a partir del quinto año del establecimiento de la plantación.

INTRODUCCION

Para Devlin (1979), el nitrógeno es el elemento promotor del crecimiento de las plantas y el cafeto no es una excepción al respecto.

En muchas áreas donde se cultiva el cafeto, el suelo no proporciona suficiente nitrógeno para satisfacer su alta demanda con respecto a este elemento. Solamente los suelos ricos en materia orgánica y los que no se han cultivado por mucho tiempo pueden producir, temporalmente, sin necesidad de fertilización intensiva con nitrógeno (Carvajal, 1984).

Pero tanto la deficiencia de nitrógeno como su exceso son perjudiciales para el cafeto; su exceso, especialmente en algunos tipos de suelo y bajo sombra, puede provocar un gran crecimiento vegetativo a causa del cual la cosecha se reduce enormemente (Loué, 1954; Pereira y Jones, 1954 y Narayanan, 1955).

En Cuba, Martín (1980) y Rivera y Martín (1980) recomendaron la aplicación fraccionada de nitrógeno a los cafetos para obtener un buen crecimiento y desarrollo pero, aunque es conocido que la fertilización nitrogenada es más eficiente cuando la dosis anual que corresponda se fracciona en tres o más oportunidades (Carvajal, 1984), la insuficiente disponibilidad de fuerza de trabajo o de equipos e implementos para su aplicación puede provocar que los caficultores hagan una sola aplicación de fertilizante nitrogenado al año.

Con el objetivo de determinar los efectos de la fertilización residual con nitrógeno, a mediano plazo, sobre el crecimiento del *Coffea arabica*, L., cultivado en suelo Ferralítico Rojo, a plena exposición solar y bajo riego, se desarrolló este estudio.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Area Central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, específicamente en los 82° 7' de longitud Oeste y los 22° 59' de latitud Norte, según el Atlas de Cuba (Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1978), en una llanura situada a 138 metros sobre el nivel medio del mar, con una pendiente aproximada del uno por ciento, durante el período comprendido entre julio de 1978 y diciembre de 1985, en el que se utilizó la especie *Coffea arabica*, L., cultivar Caturra, plantada a 2 x 1 m con 2 posturas por plantón, a plena exposición solar, con riego, en un suelo Ferralítico Rojo compactado (Instituto de Suelos, 1980), cuyas características agroquímicas iniciales se exponen en la Tabla I.

Se evaluaron los efectos de 6 niveles de N (0, 30, 60, 90, 120 y 150 g de N/plantón) con 2 fondos de P (10 y 20 g de P₂O₅/plantón) y 2 de K (90 y 150 g de K₂O/plantón).

El nitrógeno, en forma de nitrato de amonio (34 % N), se aplicó en el momento del establecimiento de la plantación en julio de 1978, a los 2 años (primera cosecha) en abril de 1980 y, desde entonces, anualmente en el mismo mes y siempre en las mismas dosis. El fósforo, como superfosfato sencillo (20 % de P₂O₅), y el potasio, como sulfato de potasio (48 % de K₂O), fueron aplicados únicamente al iniciar el experimento. Al plantar los cafetos se situaron los fertilizantes, previamente mezclados, en 2 bandas laterales de aproximadamente 50 cm de largo, 15 cm de ancho, a 20 cm del centro del plantón (interior de la banda) y a 10 cm de profundidad en el surco. Las aplicaciones posteriores de nitrógeno se realizaron superficialmente, siempre en forma de bandas laterales en el "área de goteo" de las plantas y al igual que en el caso de la fertilización correspondiente al momento de la plantación, la banda estuvo situada paralela a la calle de 2 m, que a su vez se orientó de Este a Oeste.

Además de los tratamientos ya mencionados, se incluyeron, al azar y en las cuatro réplicas, un testigo sin fertilización (T₀) y otro con fertilización (T₁), con las fórmulas, dosis, formas y épocas de aplicación establecidas en las Instituciones Técnicas para la fertilización del Café (Cuba. MINAGRI, 1978) (Tabla II). No se aplicó abono orgánico al efectuarse la plantación.

Las parcelas experimentales correspondientes a cada tratamiento estuvieron constituidas por 28 plantones, de los cuales 10 fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con 4 réplicas.

La tecnología de cultivo empleada en la preparación del suelo, la plantación y conducción del cafetal, fue la establecida por las Normas Técnicas para el cultivo del cafeto (Cuba, INRA, 1974) y en los acuerdos fundamentales del Encuentro Técnico Nacional de Café y Cacao (Cuba. INRA, 1976).

Concluida la plantación, en julio de 1978 y todos los años en este mismo mes, se determinó la altura (m) de los cafetos, así como el diámetro (m) de su "copa", a la altura media de las plantas, en sentido perpendicular al surco o hilera.

La evaluación de los datos obtenidos se llevó a cabo de acuerdo con el diseño estadístico utilizado.

Los resultados de las diferentes evaluaciones se sometieron al análisis de varianza de clasificación doble, procediéndose también a realizarles análisis de regresión lineal y cuadrática, obteniéndose las ecuaciones y los índices de determinación (R²) correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera evaluación, realizada a los cafetos al concluir la plantación en julio de 1978, ni en la altura ni en el diámetro de la copa diferían significativamente las plantas en estudio, requisito indispensable para la continuación de las investigaciones, lo cual tiene su explicación en la selección previa de las posturas utilizadas (Tabla III).

A partir del segundo año (1980) se manifestó una diferencia cada vez mayor, entre los valores de crecimiento alcanzados por los cafetos correspondientes al testigo absoluto (T₀) con respecto a los del resto de los tratamientos. En el quinto año (1983), al concluir la cuarta cosecha, murieron más del 25 % de sus cafetos.

Tabla I. Resultados de los análisis químicos de fertilidad correspondientes a la profundidad de 0-20 cm, antes de la plantación (valores promedio de 56 muestras compuestas).

| pH | KCl | A.H. (Y1) (c mol/kg) | M.O. (%) | Pasim. (mg/kg) | Cationes cambiables (c mol/kg) | | | | C.C.C. (T) (c mol/kg) | C.C.B. (S) (c mol/kg) | S.B. (V) (%) |
|-----|-----|-------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | | | |
| 5,5 | 5,1 | 2,85 | 2,95 | 21 | 5,06 | 2,30 | 0,16 | 0,04 | 10,41 | 7,56 | 72,62 |

Tabla II. Tratamientos y dosis de nutrimentos estudiados.

| No. | Tratamiento | Dosis inicial, en g/planta (julio 1978) | | | Dosis total, en g/planta (julio 1978 - diciembre 1985) | | |
|-----|--|--|-------------------------------|------------------|---|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | Testigo (T ₀) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N ₀ P ₁ K ₁ | 0 | 10 | 90 | 0 | 10 | 90 |
| 3 | N ₁ P ₁ K ₁ | 30 | 10 | 90 | 180 | 10 | 90 |
| 4 | N ₂ P ₁ K ₁ | 60 | 10 | 90 | 360 | 10 | 90 |
| 5 | N ₃ P ₁ K ₁ | 90 | 10 | 90 | 540 | 10 | 90 |
| 6 | N ₄ P ₁ K ₁ | 120 | 10 | 90 | 720 | 10 | 90 |
| 7 | N ₅ P ₁ K ₁ | 150 | 10 | 90 | 900 | 10 | 90 |
| 8 | N ₀ P ₂ K ₂ | 0 | 20 | 120 | 0 | 20 | 120 |
| 9 | N ₁ P ₂ K ₂ | 30 | 20 | 120 | 180 | 20 | 120 |
| 10 | N ₂ P ₂ K ₂ | 60 | 20 | 120 | 360 | 20 | 120 |
| 11 | N ₃ P ₂ K ₂ | 90 | 20 | 120 | 540 | 20 | 120 |
| 12 | N ₄ P ₂ K ₂ | 120 | 20 | 120 | 720 | 20 | 120 |
| 13 | N ₅ P ₂ K ₂ | 150 | 20 | 120 | 900 | 20 | 120 |
| 14 | Testigo (T ₁) | 9,2 | 11,5 | 5,7 | 469,1 | 126,5 | 473,6 |
| | | | | | | | 52,9 |

Tabla III. Comportamiento del crecimiento del café ante la fertilización con nitrógeno.
a) Altura de los plantones (m) y b) Diámetro de la copa de los plantones (m).

| Tratamiento | AÑOS | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1978 | | 1979 | | 1980 | | 1981 | | 1981 | | 1981 | |
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| N ₀ | 0,21 | 0,16 | 0,62 | 0,47 | 1,19 | 0,90 | 1,55 | 0,86 | 1,55 | 0,90 | 1,55 | 0,86 |
| N ₃₀ | 0,21 | 0,16 | 0,63 | 0,48 | 1,17 | 0,89 | 1,55 | 0,88 | 1,55 | 0,89 | 1,55 | 0,88 |
| N ₆₀ | 0,22 | 0,17 | 0,66 | 0,50 | 1,23 | 0,93 | 1,61 | 1,03 | 1,61 | 0,93 | 1,61 | 1,03 |
| N ₉₀ | 0,22 | 0,15 | 0,63 | 0,47 | 1,18 | 0,90 | 1,58 | 0,94 | 1,58 | 0,90 | 1,58 | 0,94 |
| N ₁₂₀ | 0,23 | 0,18 | 0,68 | 0,54 | 1,21 | 1,01 | 1,63 | 1,02 | 1,63 | 1,01 | 1,63 | 1,02 |
| N ₁₅₀ | 0,22 | 0,16 | 0,65 | 0,48 | 1,17 | 0,89 | 1,58 | 0,96 | 1,58 | 0,89 | 1,58 | 0,96 |
| E.S. \bar{x} | 0,03 NS | 0,03 NS | 0,09 NS | 0,08 NS | 0,10 NS | 0,12 NS | 0,12 NS | 0,17 NS | 0,12 NS | 0,12 NS | 0,12 NS | 0,17 NS |
| (T ₀) | 0,20 | 0,15 | 0,60 | 0,44 | 1,00 | 0,81 | 1,42 | 0,74 | 1,42 | 0,81 | 1,42 | 0,74 |
| (T ₁) | 0,24 | 0,18 | 0,71 | 0,54 | 1,38 | 1,15 | 1,76 | 1,35 | 1,76 | 1,15 | 1,76 | 1,35 |

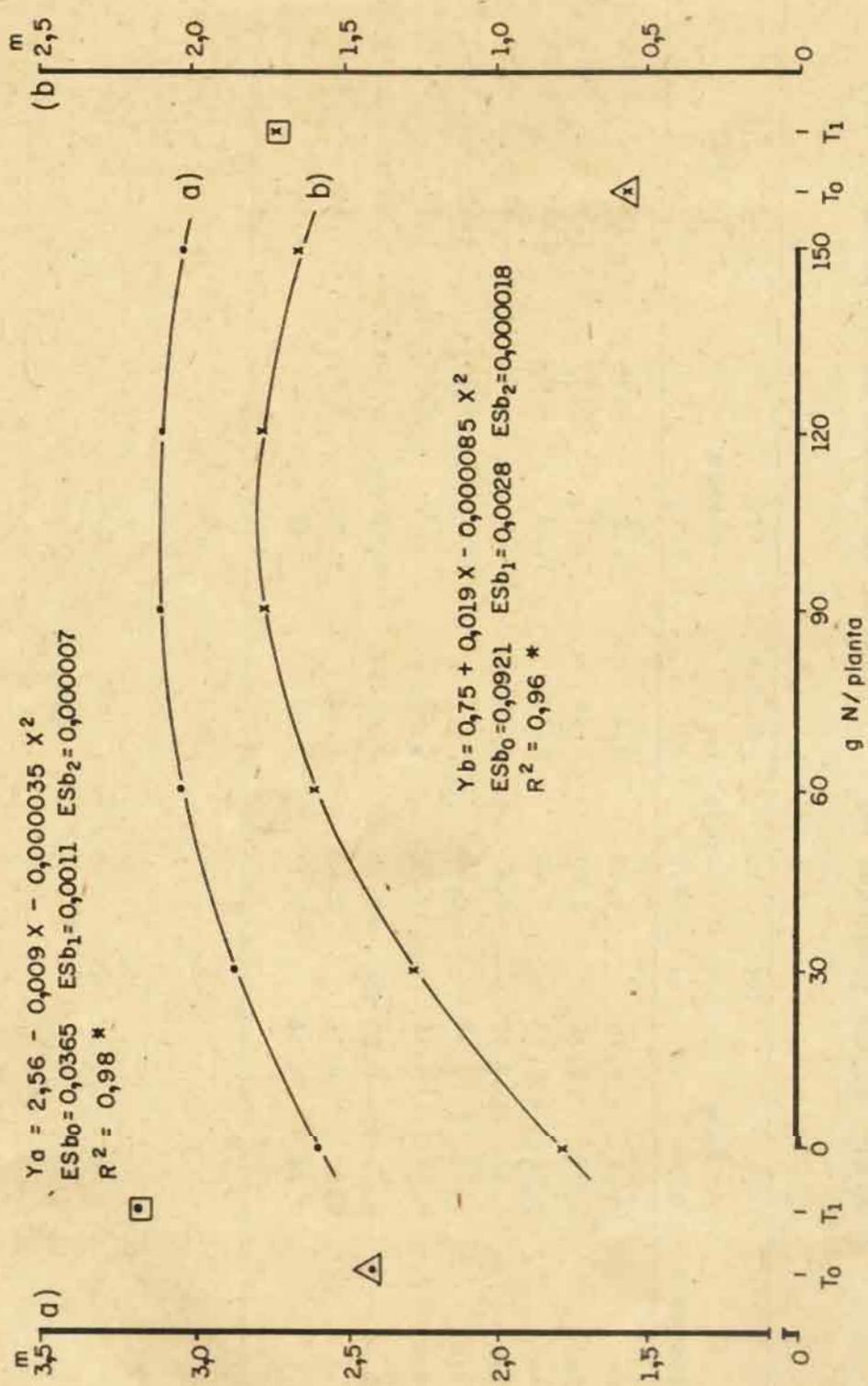


Figura 1. Relaciones entre el crecimiento del cafeto y las dosis de nitrógeno aplicadas.
 a) Altura de los plantones.
 b) Diámetro de los plantones.

El tratamiento testigo de referencia (T_1) posibilitó un crecimiento ligeramente superior (tanto para la altura como el diámetro de la copa de los cafetos) al provocado por los demás tratamientos en estudio, ya desde la evaluación correspondiente al segundo año después del establecimiento de la plantación.

Las aplicaciones de nitrógeno no provocaron diferencias significativas en el crecimiento de los cafetos, evaluado a través de su altura y diámetro de la copa, hasta la determinación correspondiente al cuarto año (1982), en que sí hubo un efecto significativo de los tratamientos en los que se aplicó nitrógeno con relación al que no lo recibió. No se presentaron diferencias significativas entre los primeros, las que solo comenzaron a mostrarse a partir del quinto año (1983). Se evidenció, además, el aumento normal de la altura y el diámetro de la copa de las plantas en función del tiempo, destacándose cómo se acentuaron las diferencias relativas entre los valores de la altura y el diámetro de la copa, también en función del tiempo.

Es importante destacar que independientemente de que no se encontraran diferencias significativas entre la aplicación o no de nitrógeno, en las evaluaciones correspondientes a los primeros tres años después del establecimiento de la plantación, a partir de ese momento (1981) sí se mantuvo una tendencia evidente a presentar menor crecimiento los cafetos que no recibieron fertilizantes nitrogenados, principalmente en lo relativo al diámetro de su copa, tendencia que se hizo marcadamente significativa en la evaluación correspondiente al cuarto año, en la cual, al igual que ocurrió durante los primeros tres años, aunque no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en los que se aplicó nitrógeno, también y de forma más acentuada, se manifestó la tendencia a que las plantas presentarán un crecimiento superior en función de las dosis crecientes del nutriente.

En la Figura 1 se muestra el efecto positivo de las dosis de nitrógeno en estudio sobre la altura y el diámetro de la copa de los plantones (valores promedio julio de 1982 - julio de 1985), destacándose cómo estos índices alcanzan valores máximos con las dosis de 120 y 90 g de N/plantón, respectivamente, calculadas a partir de las correspondientes ecuaciones de regresión, obtenidas mediante la aplicación de la fórmula: $X_{\text{máx}} = b_1/2b_2$, según Deroncelé, Ratón y Beltrán (1984). Este marcado efecto positivo de las dosis crecientes de nitrógeno sobre el crecimiento de los cafetos, se hizo negativo a partir de las dosis anteriormente indicadas, afectando a ambos índices de crecimiento. También en esta figura se destaca el comportamiento, ya señalado, de los índices de referencia ante los testigos T_0 y T_1 .

Los resultados obtenidos corroboran los efectos positivos del nitrógeno, hasta determinadas dosis, sobre el crecimiento de los cafetos, lo que puede repercutir en la obtención de mayores rendimientos, al lograrse plantas con mayor área foliar y más vigorosas en general (Rivera y Martín, 1980 y Rivera, 1988) y a su vez, se evidencia el efecto negativo que su exceso provoca en el crecimiento y por tanto en el rendimiento potencial del cultivo (Loué, 1954; Pereira y Jones, 1954 y Narayanan, 1955).

REFERENCIAS

- CARVAJAL, J. F. Cafeto. Cultivo y fertilización. 2da. Ed. Berna: Instituto Internacional de la Potasa, 1984, 354 p.
- CUBA. INRA. Equipo Técnico Agrícola. Normas Técnicas para el cultivo del café. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1974. 280 p.
- CUBA. INRA. Dirección Nacional de Café y Cacao. Acuerdos fundamentales; Encuentro Técnico Nacional de Café y Cacao. Guantánamo, 1976. 23 p.
- CUBA. MINAGRI. Consejo Técnico Asesor. Dirección Nacional de Café y Cacao. Instrucciones técnicas para la fertilización del café. Ciudad de la Habana, 1978. 11 p.
- DERONCELE, C. R.; MAGALY RATON Y L.R. BELTRAN. Metodología para la determinación del óptimo económico en investigaciones agroquímicas. Reunión Nacional de Metodologías de la Investigación Agroquímica. Ciudad de la Habana: Academia de Ciencias de Cuba. Dirección Agrícola, 1984. 50 p.
- DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, 1979. 468 p.

- INSTITUTO CUBANO DE GEODESIA Y CARTOGRAFIA. Atlas de Cuba. La Habana, 1978. p. 112-113.
- INSTITUTO DE SUELOS. Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba, 1979. 28 p.
- LOUE, A. Influence de l'arbre d'ombrage sur la nutrition du caféier. *Binguerville, (Cote d'Ivoire) Centre de Recherches Agronomiques. Bulletin Scientifique* (5) :255-260, 1954.
- MARTIN, J. R. Respuesta de posturas de *C. arabica*, L., cultivar Mundo Novo, a vías de aplicación, fraccionamiento y momento de inicio de la fertilización nitrogenada. *Agrotecnia de Cuba* 12 (2) :25-30, 1980.
- NAPAYANAN, B. T. Trends in Manuring of Coffee. *Indian Coffee Board Monthly Bulletin* 19 (1) :6-9, 1955.
- PEREIRA, H.C. Y P. A. JONES. Field Responses by Kenya Coffee to fertilizers, Manures and Mulches. *The Empire Journal of Experimental Agriculture* 22 (85) :23-36, 1954.
- RIVERA, R. Y J. R. MARTIN. Efectos de niveles de N, P y K en *C. arabica* var. Mundo Novo, cultivado al sol sobre fondo fijo de arropo y compost en la fase de fomento. II. Parámetros de crecimiento y rendimiento. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Café y Cacao* 2 (1) :51-64, 1980.
- RIVERA, R. Nutrición y fertilización nitrogenada del café y algunos aspectos de la dinámica y balance del ^{15}N en un suelo Ferralítico Rojo compactado. La Habana: INCA, 1988. 30 p. (Resumen de la tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas).

ABSTRACT

NITROGENOUS FERTILIZATION OF *Coffea arabica*, L. GROWING ON A RED FERRALITIC SOIL, UNDER SUNLIGHT AND IRRIGATION CONDITIONS: I. GROWTH

This research study was aimed at evaluating the effects of mid-term N residual fertilization on coffee tree growth. Thus, 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 coffee growth, as measured by plant height and canopy diameter, was significant and positively affected by N applied, since the fifth year of plant establishment.

Manuscrito recibido el 28/X/88.