

**Relación entre las dosis de N y los rendimientos de Coffeacanephora Pierre cultivado en suelos Pardos.**

**Relation between the doses of N and Coffeacanephora Pierre's performances cultivated in Dun soils.**

**Autores:** Esp. Eglis Dacal-Sobrado<sup>1</sup>, Dr. C. Alberto Pérez-Díaz<sup>1</sup>, Dr. C. Carlos Bustamante-González<sup>2</sup>

**Organismo:** Universidad Guantánamo, Cuba<sup>1</sup>. UCTB Tercer Frente-INAF, Santiago, Cuba<sup>2</sup>.

**E-mail:** [eglis@cug.co.cu](mailto:eglis@cug.co.cu), [albertopd@cug.co.cu](mailto:albertopd@cug.co.cu), [bustamante@ecicc.infat.cu](mailto:bustamante@ecicc.infat.cu)

**Resumen.**

Análisis de la base de datos experimentales existentes de dos ciclos productivos del café, cultivado en suelos pardos. Se estudió la respuesta de cinco sistemas de fertilización nitrogenada (0-200 kg.ha<sup>-1</sup> de N), en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas. Los rendimientos se expresaron en t.ha<sup>-1</sup> de café oro por hectárea. Se relacionaron los rendimientos máximos estables con las dosis de N y se escogió la ecuación de mejor ajuste (R<sup>2</sup>). Se obtuvo una relación positiva entre fertilización nitrogenada y el rendimiento relativo, con valores de R<sup>2</sup> altos y significativos y su participación en el rendimiento del café, garantizó el 90 % del rendimiento. Evidenciando que el esquema de recomendación de dosis de fertilizante N, en función de los rendimientos máximos, es válido a su vez para cualquiera de los dos sitios y sugiere su extrapolación para condiciones de plantaciones de Robusta sobre suelos Pardos.

**Palabras Clave:** *Coffeacanephora*; fertilización nitrogenada; rendimiento relativo.

**Abstract.**

Analysis of experimental existing database of two productive cycles of the coffee-tree, cultivated in dun soils. There was studied the response of five systems of nitrogenous fertilization (0-200 kg.ha<sup>-1</sup> de N), in an experimental design of blocks at random with four replies. The performances were expressed in t.ha<sup>-1</sup> of gold coffee for hectare. There were related the maximum stable performances to the doses of N and it was chosen the equation of better adjustment (R<sup>2</sup>). A positive relation was obtained between nitrogenous fertilization and the relative performance, with values of R<sup>2</sup> high and significant and his participation in the performance of the coffee-tree, guaranteed 90 % of the performance. Demonstrating that the scheme of recommendation of dose of fertilizer N, depending on the maximum performances, is valid at its time for any of two sites and suggests his extrapolation for conditions of plantations of Robust on Dun soils.

**Keyword:** *Coffeacanephora*; nitrogenfertilizer; relative yields.

## Introducción.

Las investigaciones desarrolladas en el país, inicialmente en *Coffea arabica*, demostraron la rentabilidad de la fertilización mineral ajustándose las dosis en dependencia del tipo de suelo, el nivel productivo de las plantaciones, el contenido de nutrientes en el suelo, entre otros, (Rivera, 2006).

En el programa para el incremento de la producción de café del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña se proyecta para el período 2010 – 2015, la siembra de 6 088,7 ha de *canephora*, que representan el 30 % de las áreas a sembrar en todo el país Bustamante *et al.*, (2010).

En los primeros años de este siglo, se comenzaron en el país las investigaciones encaminadas a dar respuesta a los requerimientos de nutrientes por la especie *Coffea canephora* y se establecieron las dosis de N en suelos Pardos de las cordilleras montañosas de la región oriental e incluso se ha obtenido una valiosa información durante los primeros dos ciclos de cosecha del cultivo Viñals *et al.*, (2006); Pérez, (2011).

Sin embargo, faltó por definir mediante modelos matemáticos, las relaciones entre las dosis de nitrógeno y los rendimientos de la especie *Coffea canephora var. Robusta* cultivada en suelos Pardos.

## Desarrollo.

### Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló a partir del análisis de la base de datos experimentales existentes de dos ciclos productivos del cafeto, cultivado en dos localidades de los macizos montañosos Sierra Maestra (Tercer Frente) y Sagua – Nipe – Baracoa (La Alcarraza) entre los años 2010 y 2011.

En los sitios experimentales se hicieron perfiles de suelo al inicio de los experimentos y se determinaron algunas características químicas, físicas. Algunas propiedades de los suelos se presentan en la Tabla 1. Los suelos se clasificaron como Pardo ócrico sin carbonatos (MINAG, 1999), que se corresponde con un Cambisolháplico (éutrico) (arcílico) (WRB, 2006) y Pardo gleyzoso sin carbonatos (MINAG, 1999), que se corresponde con un Cambisolestagnico (éutrico) (arcílico) (WRB, 2006).

**Tabla 1.** Principales características químicas del horizonte cultivable (0 – 30 cm) de los suelos bajo estudio.

Suelos	pH	M.O (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	CIB
			(mg.100 g <sup>-1</sup> )		(cmol. kg <sup>-1</sup> )				
Pardo ócrico sin carbonatos. Sitio Tercer Frente	6.4	2.97	15.20	22.1	0.64	31.5	11.8	0.4	44.3
Pardo gleyzoso sin carbonatos. Sitio La Alcarraza	5.9	3.07	16.72	26.0	0.75	26.8	10.8	0.27	38.6

CIB: Capacidad de Intercambio de Bases = Bases cambiables.

Para el estudio se estudió la respuesta de cinco sistemas de fertilización nitrogenada (Tabla 2) en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas.

Las parcelas fueron constituidas por siete plantas, siendo muestreadas las cinco centrales, para un total de 20 plantas por tratamiento. El área total del experimento fue de 0,5 ha.

**Tabla 2.** Dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) empleadas en los diferentes esquemas de fertilización estudiados.

Tratamientos	2009-2011		
	1 <sup>er</sup> año	2 <sup>do</sup> año	3 <sup>er</sup> año
N <sub>0</sub>	0	0	0
N <sub>1</sub>	30	45	50
N <sub>2</sub>	60	90	100
N <sub>3</sub>	90	135	150
N <sub>4</sub>	120	180	200

La dosis de nitrógeno se fraccionó al 50 %, con dos aplicaciones anuales (abril y primera quincena de octubre). Como portadores se utilizaron la urea, el cloruro de potasio y el superfosfato simple. Los fertilizantes se incorporaron a la zona de fertilización, en forma de media luna, alrededor del tallo.

Durante cuatro años, se cosecharon los frutos maduros de cada parcela, se pesaron (kg) y se extrapolaron a  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de café cereza y posteriormente a tonelada de café oro por hectárea ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), con un factor de conversión de 0.22 para *canephora*. Se relacionaron los rendimientos máximos estables (RME) con las dosis de N y se escogió la ecuación de mejor ajuste ( $R^2$ ) para el cafeto *canephora*.

### Análisis estadístico

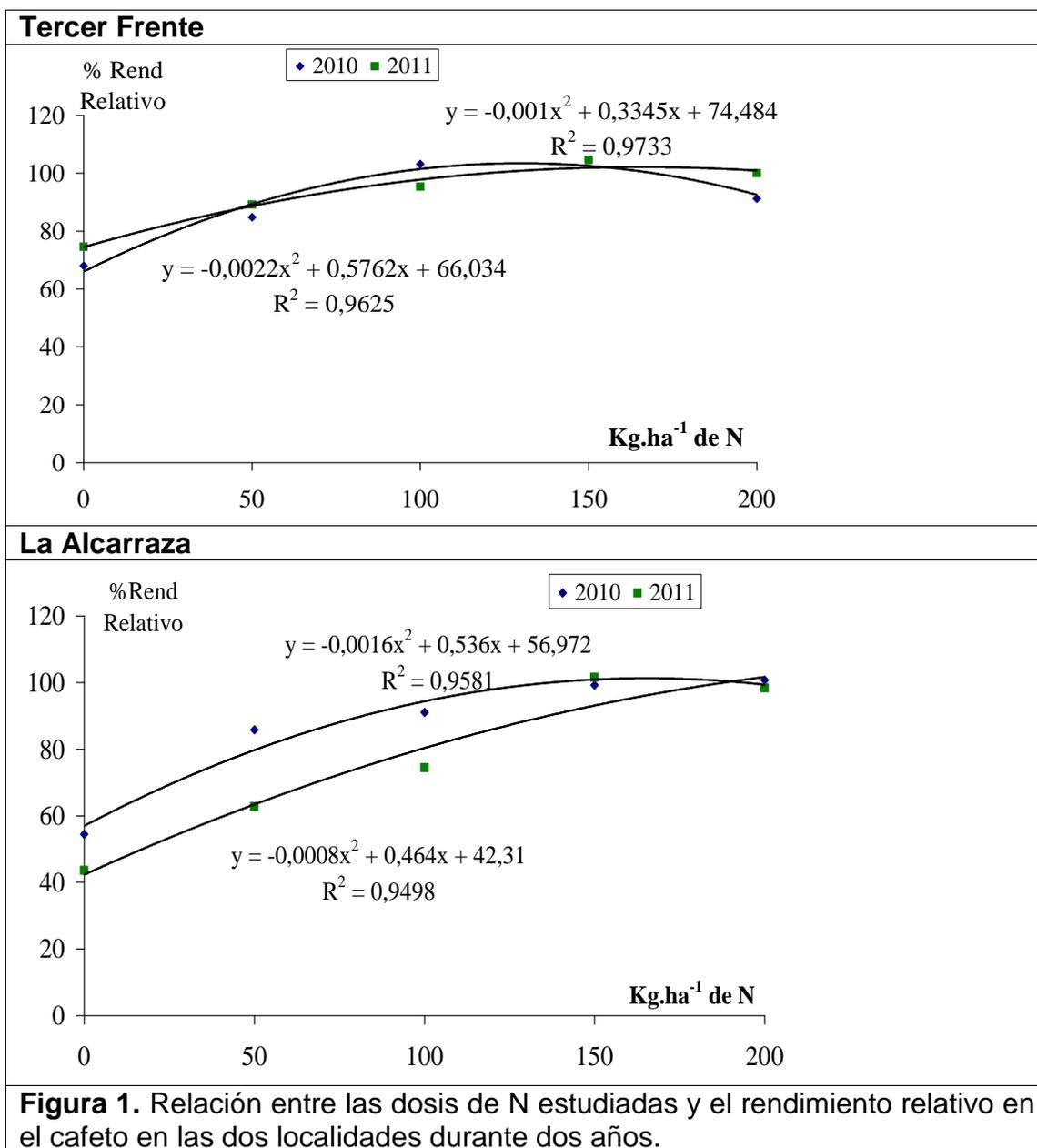
Se realizaron regresiones entre las dosis de N y los rendimientos. Se utilizaron diferentes modelos matemáticos, seleccionándose el de mayor coeficiente de determinación.

### Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran las curvas y ecuaciones de tendencia que caracterizan la relación entre el rendimiento relativo y las dosis de N para los dos sitios evaluados. Se obtuvo una relación positiva entre fertilización nitrogenada y el rendimiento relativo, con valores de  $R^2$  altos y significativos, es decir que en la medida que se incrementaron las dosis de nitrógeno hasta  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , aumentaron los contenidos de N y su participación en el rendimiento del cafeto, garantizó el 90 % del rendimiento.

Sadeghian *et al.*, (2006) encontraron que cuando se deja de aplicar N, la producción se puede reducir hasta en un 49 % en cafetales al sol y un 40 % en cafetales bajo sombrero parcial, en los primeros dos años de producción. Farfán, (2005) en Colombia concluyó que la fertilización incrementó la producción del cafeto en 61 %.

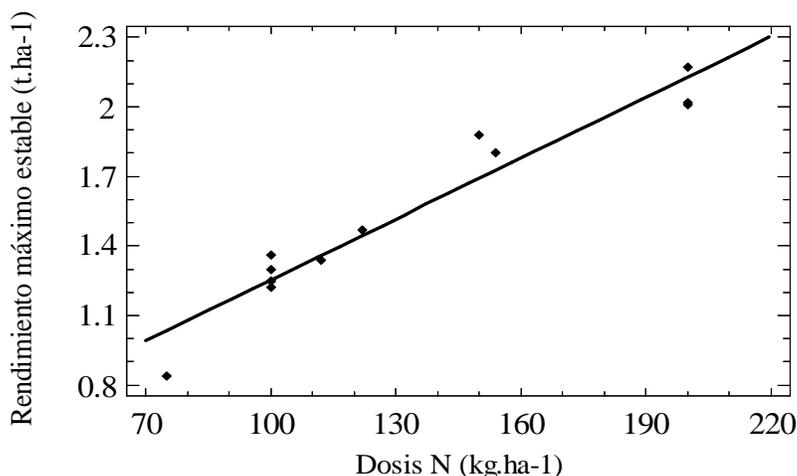
Las dosis propuestas estuvieron dentro del rango establecido en otras localidades para esta fase de crecimiento de *C. canephora*; así en la India se recomiendan 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N. En Costa de Marfil, se encontró una respuesta lineal en *Coffeacanephora* al estudiar niveles de nitrógeno hasta 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Oliveira *et al.*, 1980, citado por Pérez, 2011). Sin embargo, fueron ligeramente inferiores a lo reportado por Snoeck y Snoeck (1992) en esta misma localidad, donde obtuvieron el mayor crecimiento con la utilización de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N.



En Cuba se ha demostrado el efecto positivo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de *Coffea arabica*, en condiciones edafoclimáticas que abarcan los suelos Ferralíticos Rivera, (1988) y los Pardos Bustamante *et al.*, (1989). Recientemente Pérez, (2011) determinó las dosis óptima de nitrógeno para la especie *canephora* cultivados en suelos Pardos de la región oriental de Cuba para los dos primeros ciclos del cultivo, estando entre 100 – 200 kg.ha<sup>-1</sup>.

Stewart, (2007) planteó que el rendimiento en la mayoría de los cultivos es específico del sitio, época del año y dependen del cultivar, prácticas de manejo y clima. Resultados de estudios en diversas regiones del mundo reportan que al menos del 30 al 50 % del rendimiento de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes Stewart *et al.*, (2005); Fixen y García, (2007).

Un aspecto de alto valor metodológico y práctico fue la relación positiva encontrada entre las dosis óptimas de N y los rendimientos máximos anuales, para las diferentes cosechas ( $R^2 > 93,65 \%$ ) y las dos zonas, lo que indicó que el esquema de recomendación de dosis de fertilizante N, en función de los rendimientos máximos, es válido a su vez para cualquiera de los dos sitios y sugiere su extrapolación para condiciones de plantaciones de Robusta sobre suelos Pardos (Figura 2).



$$y = 0.378295 + 0.008752 * x \quad R^2 = 93.65 \% \quad Es = 0,11$$

**Figura 2.** Relación entre dosis óptima de N y los rendimientos máximos estables (RME) de caféto *canephora* para los dos sitios y años estudiados.

Estos resultados corroboran los obtenidos por Ochoa *et al.*, (1993) citado por Bustamante *et al.*, (2010) quienes analizaron durante 18 cosechas, cuatro ciclos productivos, y no encontraron influencia del ciclo en el esquema de recomendación de fertilizante N para la especie *C. arabica*, sino que la recomendación de fertilizante fue consecuencia del nivel de rendimiento esperado y que la relación de rendimientos/dosis de fertilizantes se mantuvo a lo largo de los ciclos, de forma similar a como se encontró en este trabajo.

En coincidencia, Rojas y Pérez, (2001) informaron que la aplicación de nitrógeno permite la renovación adecuada de la planta, por medio de la emisión de brotes vigorosos, la formación de abundante follaje que asegura un crecimiento normal de los frutos y una buena floración.

Un aspecto que debe quedar claro para entender adecuadamente las relaciones entre rendimiento máximo anual y la fertilización nitrogenada, es el hecho de que el rendimiento del caféto depende de la variedad, la cantidad de ramas nuevas en el momento de la floración, de la densidad de plantación, el nivel de precipitaciones del año anterior, la intensidad de la cosecha anterior, el tipo de suelo y del relieve Rivera, (1988) de forma tal,

que estas variables predeterminan un nivel de rendimiento, y la fertilización permitirá alcanzar este.

La eficiencia con la que los cultivos utilizan el fertilizante aplicado es de suma importancia tanto económica, dado que esta relacionada directamente con el beneficio de la fertilización, como medioambiental, ya que cuanto mayor sea la eficiencia de uso, menor N residual susceptible de ser lixiviado quedará en el sistema, y por tanto, menor será el riesgo de contaminación Alva *et al.*, (2003).

En la actualidad, numerosas investigaciones se han valido de modelos discontinuos rectilíneos o modelos de respuesta lineal propuesta para los ensayos de fertilizantes y determinar las necesidades de estos por los cultivos (Bustamante *et al.*, 2010, Pérez, 2011). El análisis de los rendimientos de los diferentes años, indicó que las necesidades de fertilizante nitrogenado por *C. canephora* cultivado sobre suelos Pardos depende al igual que *C. arabica* del nivel de rendimiento máximo alcanzado.

La situación encontrada en estos sitios, conlleva a plantear que, la especie *canephora*, puede alcanzar rendimientos entre 1,5 y 2 t.ha<sup>-1</sup> de café oro, con independencia de la localidad y tipo de suelo.

### Conclusiones.

- Se obtuvo una relación positiva entre fertilización nitrogenada y el rendimiento relativo, con valores de R<sup>2</sup> altos y significativos y su participación en el rendimiento del cafeto, garantizó el 90 % del rendimiento.
- Se evidenció además, que el esquema de recomendación de dosis de fertilizante N, en función de los rendimientos máximos, es válido a su vez para cualquiera de los dos sitios y sugiere su extrapolación para condiciones de plantaciones de Robusta sobre suelos Pardos.

### Bibliografía.

- Alva, A.K.; Fares, A. y Dou, H. (2003). Managing citrus trees to optimize dry mass and nutrient partitioning. *Plant Nutrition*. 26(8),1541-1559.
- Bustamante C; Rodríguez; Maritza I.; Camejo, R., Ochoa, M. (1989). Informe de etapa. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento e índices agroquímicos en el período. Informe del resultado 003-046. Cruce de los Baños: ECICC, 30.
- Bustamante, C.; Viñals, R.; Pérez, A.; Rodríguez, M. I., Araño, L. (2010). Fertilización mineral y uso de abono verde en *Coffeacanephora* Pierre ex - Froehner cultivado bajo poda sistemática en los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Sagua - Nipe – Baracoa. Informe final Proyecto Nacional 07.03.087. Cruce de los Baños: ECICC, 253.
- Fixen, P. E., F. O. García. (2007). Decisiones efectivas en manejo de nutrientes más allá de la próxima cosecha. *Informaciones Agronómicas*, 64, 5 – 11.
- Rivera R. (1988). Nutrición, fertilización y balance del fertilizante nitrogenado (<sup>15</sup>N) para el cafeto en un suelo Ferralítico Rojo compactado. Tesis de grado Doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, 110.
- Sadeghian K.S.; García, L.; Montoya J.C. (2006). Respuesta del cafeto a la fertilización con N, P, K y Mg en dos fincas del departamento del Quindío. *Cenicafé*. 57(1): 58 – 69.

- Stewart, W.; Dibb, D.; Johnston, A. y Smyth, T. (2005). The contribution of comercial fertilizer to food production. *Agron. Journ.*, 97, 1-6.
- Stewart, W. M. (2007). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*, 67, 1 – 6.
- Rivera, R. (2006). *Nutrición y fertilización de Coffea arabica en Cuba. El Cultivo del cafeto en Cuba*. Investigaciones y Resultados, 500.
- Rojas, B. M. y Pérez, Z. (2001). Consideraciones sobre el uso del nitrógeno. Boletín técnico, Instituto del café. Costa Rica. Oficina regional Pérez Zeledón, *Icafe.*, 1 (4), 2 – 3.
- Pérez, A. (2011). Fertilización y requerimientos de nitrógeno para plantaciones de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner var. Robusta cultivada en suelos Pardos de la región oriental premontañosa de Cuba. *Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas*, 95.
- Viñals, R.; Bustamante, C. y Ramos, R. (2006). Requerimientos nutricionales de *Coffea arabica*. Crecimiento y extracción de nutrientes en condiciones de Sagua de Tánamo. *Café Cacao*, 2(1), 38 – 42.

**Fecha de recibido: 6 ene. 2017**  
**Fecha de aprobado: 12 mar. 2017**