

FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA EN *COFFEA CANEPHORA*, PIERRE EX FROEHNER EN SU SEGUNDO CICLO PRODUCTIVO CULTIVADO EN SUELOS PARDOS DE LA REGIÓN ORIENTAL DE CUBA.

Rolando Viñals Núñez¹, Carlos Bustamante González¹, Alberto Pérez Díaz², Maritza I. Rodríguez Castro¹, Rogelio Ramos Hernández¹.

1. *Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, Cuba.*
mmellina@sumsagua.ismm.edu.cu angel@gibara.hlg.sld.cu
2. *Centro Universitario de Guantánamo, Cuba.*

Introducción.

La producción aproximada de café en el mundo en el 2007 ascendió a 115 millones de sacos (60 kg) de café beneficiado (63% de *Coffea arabica*, L. y 37% de *Coffea canephora*, P.)(DaMatta y Rodríguez, 2007). En Cuba esta especie tiene perspectivas por su rusticidad y resistencia a algunas de las plagas y enfermedades de mayor importancia en el país.

El 20 % del total del área cultivada con café en nuestro país corresponde a la especie Robusta, de ellas el 85 % se localiza en las cuatro provincias orientales (Bustamante, 2006). La realidad económica del país ha propiciado la necesidad de incrementar la sustitución de importaciones y una de las vías para lograrlo está en el aumento de las áreas de esta especie y la búsqueda de tecnologías propias para una mayor producción de este tipo de café.

La nutrición de esta especie se ha estado manejando según lo orientado para el arábico, sin tener en cuenta las características específicas de la misma (porte diferente, capacidad de formar múltiples tallos, sembrarse en densidades menores, condiciones de suelos diferentes) por lo que se hace necesario determinar los requerimientos nutrimentales en función del rendimiento, sus índices de exportación y establecer el manejo específico de la fertilización durante su segundo ciclo productivo.

El fósforo constituye uno de los elementos esenciales en la nutrición de las plantas. La respuesta del cafeto a la fertilización fosfórica ha sido poco frecuente (Carvajal, 1984), señalando entre las diversas causas, en la especie arábica, el ser poco exigente a este elemento y/o poseer un mecanismo de absorción eficiente, lo que hace que aplicaciones ininterrumpidas anteriores dificultan, con posterioridad, que aparezca una respuesta positiva. La respuesta depende del tipo de suelo, a través de las arcillas predominantes y por ende de la capacidad de fijación o retención del P, del pH y su efecto sobre la disponibilidad del mismo, del contenido de materia orgánica del suelo y de las aplicaciones de abono orgánico, todo lo cual condiciona una determinada disponibilidad del P en el suelo (Rivera, 2006).

En Cuba se ha encontrado una intensa respuesta en suelos Ferríticos, de muy baja fertilidad y bajo contenido de fósforo disponible, en contraposición a la respuesta moderada o nula en los Ferralíticos Rojos Lixiviados de Montaña y Pardos (Bustamante y Col., 1989; Rivera *et al.*, 1993; Bustamante y Col., 2002). El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de lograr producciones altas (superiores a 1,5 t. ha⁻¹) y estables de café canephora después de la poda sistemática con la utilización de dosis racionales de fertilizante mineral fosfórico que mantenga la fertilidad de los suelos y no dañen el agroecosistema.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en la localidad de La Alcarraza situada a 300 m.s.n.m., municipio Sagua de Tánamo, provincia de Holguín, precipitaciones promedio anuales de los años experimentales de 1922.36 mm en 120 días de lluvia, suelo Pardo gleyzoso sin carbonatos, de acuerdo a la Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández y Col., 1999) ubicada en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, y en la localidad de La Mandarina situada a 150 m.s.n.m. en el municipio Tercer Frente, provincia Santiago de Cuba,

con precipitaciones de 1609 mm, con 109.4 días con lluvias, sobre un suelo Pardo ócrico sin carbonatos en el macizo Sierra Maestra. La pendiente en ambos sitios osciló entre 1 y 10 %. Se estudió un sistema de fertilización (Tabla 1), que consideró los altos contenidos de fósforo disponibles en el suelo al finalizar el anterior ciclo productivo (1996 – 2002), por lo que no se aplicó en 2003 y 2005, así como los requerimientos diferenciados de nutrientes por el cafeto en dependencia de la edad de la plantación, en un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 réplicas.

Tabla 1. Sistema de fertilización (kg.ha⁻¹).

Kg.ha ⁻¹	2003	2004	2005	2006 y 2007
P ₀	0	0	0	0
P ₁	0	50	0	50
P ₂	0	100	0	100
P ₃	0	150	0	150
K	0	160	160	160
N	150	225	300	300

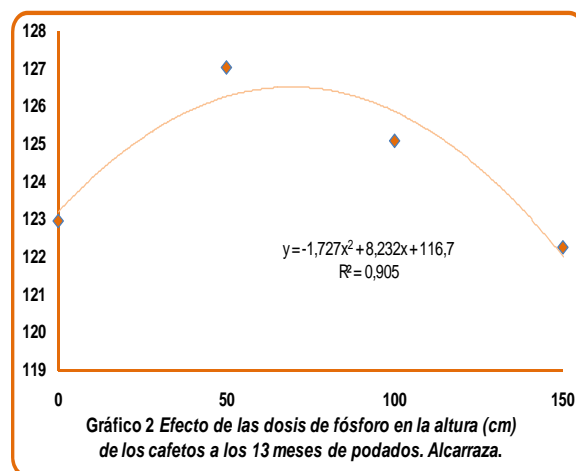
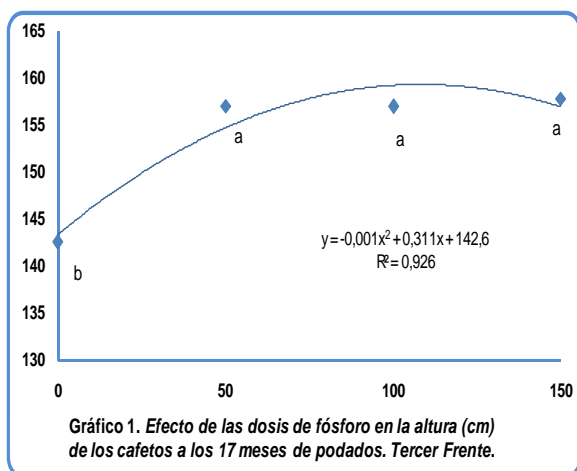
Se utilizó como portadores la urea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio. Los que se incorporaron a la banda de abonamiento y se cubrieron con los restos vegetales de la chapea. Las plantación de *Coffea canephora* fue establecida por esquejes de una mezcla de clones seleccionados provenientes del banco de madera de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (E.C.I.C.C.). Las posturas fueron plantadas en mayo de 1996, a 3m x 1,5 m en Tercer Frente y sometidas a una poda baja en febrero de 2003. El rendimiento promedio del área experimental en el anterior ciclo productivo fue de 0.94 t.ha.año⁻¹. En La Alcarraza el experimento se plantó en diciembre de 1996, a 3m x 2m, y fue podado en abril 2003. El rendimiento promedio del área experimental en el anterior ciclo productivo fue de 1.25 t/ha/ año. Se evaluó la morfología (cm) de los cafetos (17 y 26 meses de podados en Tercer Frente y 13 y 23 meses en La Alcarraza) y el rendimiento (t.ha⁻¹ de café oro). En 2006 se dividieron plantas en hojas, tallos verdes y lignificados, ramas verdes y lignificadas, raíces y frutos para determinar la producción de masa seca. Se realizó análisis químico para conocer los contenidos de N, P y K y por digestión húmeda con H₂SO₄ y determinación del N- Nessler, P-molibdato de Amonio y K- fotometría de llama determinar los requerimientos N, P₂O₅ y K₂O del cultivo en kg.ha⁻¹. Se calculó el coeficiente de aprovechamiento..

Resultados y Discusión.

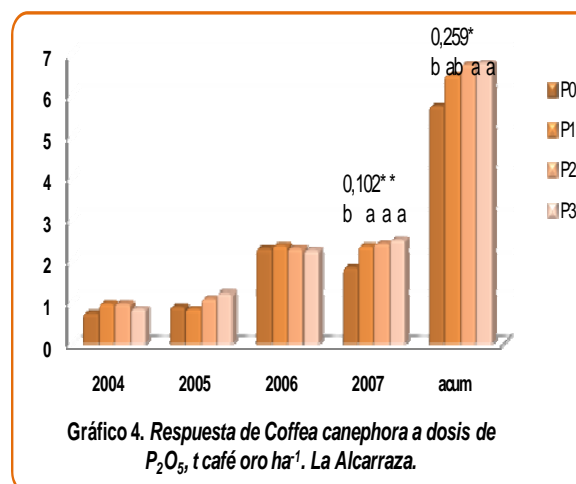
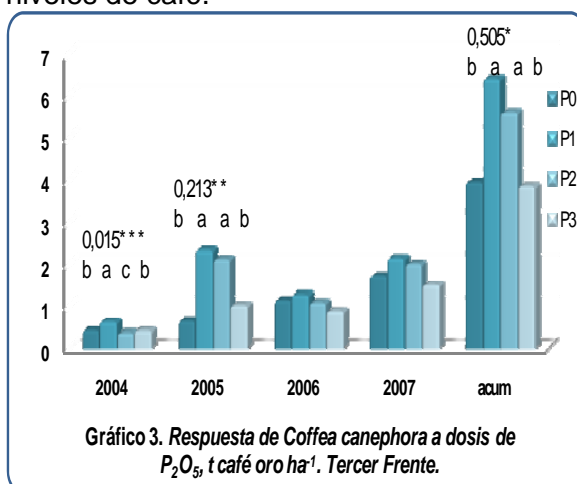
Las aplicaciones de P₂O₅ realizadas en el ciclo productivo anterior no tuvieron efecto en el diámetro de la copa de los cafetos y solo se reflejó en la altura a los 17 meses y 13 meses de podados los cafetos (Gráfico 1 y 2), en Tercer Frente y La Alcarraza respectivamente, siendo suficiente la dosis P₁ para suplir las necesidades del crecimiento del cafeto.

Según Rivera (2006) la respuesta del cafeto al P en Cuba es una función del tipo de suelo y de la capacidad de fijación, de los factores que gobiernan la disponibilidad y del nivel de rendimiento y encontró la necesidad de su aplicación al estudiar diferentes tipos de suelos, aunque con distintos grados de respuesta, siendo ligera en los suelos Pardos.

No obstante la baja respuesta generalizada de los cafetos a las aplicaciones de P₂O₅ al suelo, se lograron altos rendimientos aunque el comportamiento de *Coffea canephora* a la fertilización fosfórica varió. En Tercer Frente (Gráfico 3) en el primer año de evaluación la aplicación de la dosis P₁ (50 kg.ha⁻¹) difirió significativamente del resto con rendimientos superiores a 0.5 t.ha⁻¹ de café oro, el mismo comportamiento mostró en la segunda cosecha aunque sin diferir con la producción obtenida al aplicar hasta 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.



Esta diferencia solo volvió a mostrarse en el análisis del acumulado de cosechas donde a pesar de no diferir de P_2 su rendimiento fue superior en un 14 %. En los restantes años a pesar de no mostrar diferencias significativas es con el empleo de esta dosis que se logran los mayores niveles de café.



En La Alcarraza (Gráfico 4), la residualidad de las aplicaciones del ciclo productivo anterior hicieron que no pudiera apreciarse el efecto de las dosis en las tres primeras cosechas, a pesar de los niveles productivos que oscilaron entre 0,7 y 2,35 t café oro ha^{-1} . En el 2007 el sistema P_1 reflejó diferencias significativas con P_0 . El análisis de la cosecha acumulada indica que la dosis de P_{50} garantiza los requerimientos de fósforo del cultivo en el segundo ciclo productivo.

La falta de respuesta del cafeto al P la atribuyen a que, refiriéndose al *C arabica*, no es tan exigente a este elemento o posee un mecanismo de absorción eficiente, lo cual provoca que años de aplicación ininterrumpida hagan difícil que con posterioridad aparezca una respuesta positiva (Rivera, 2006), el mecanismo de absorción eficiente lo relacionan con la simbiosis micorrízica.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Rivera (2006) en la especie arábica, cuando establece que una cosecha alta (entre 2,5 y 3,5 t.c.oro. ha^{-1}), conlleva a requerimientos anuales entre 24 y 53 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 , en dependencia de las condiciones edafoclimáticas, encontrando mucho más intensa la respuesta sobre el rendimiento que sobre el crecimiento.

Este autor para *Coffea arabica* recomienda similar dosis para niveles de rendimiento de 1 t café oro ha⁻¹ lo que podría reflejar una mayor eficiencia en la absorción del fósforo por la especie *canephora* relacionado tal vez con el sistema radical más profuso.

Tabla 2. Producción de biomasa por *Coffea canephora* (kg ha⁻¹) y su distribución por órganos.

Órgano	Tercer Frente		La Alcarraza	
	NP ₀ K	NP ₂ K	NP ₀ K	NP ₂ K
Sist. aéreo	15437,08	15794,74	14498,19	16515,07
Raíces	3557,42	5200,46	4168.61	5918.83
Total	18994,5	20995.2	18666.8	22433.9

Los valores de biomasa, independientemente de la falta del nutriente, se ubicaron por encima de las 18 t ha⁻¹ consideradas por Rojas (1987) como indicativas de buenas plantaciones de cafetos (Tabla 2). En Tercer Frente la aplicación de P la incrementó en 9,5 % con respecto a su ausencia en la fertilización mientras que en la Alcarraza permitió alcanzar 20,1 % más.

Tabla 3. Extracción de nutrientes por *Coffea canephora* (kg/ha⁻¹).

Órgano	Tercer Frente						La Alcarraza					
	P ₀			P ₂			P ₀			P ₂		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sist. aéreo	279.8	36,6	219.2	284,6	39,7	261.5	263,8	35,9	193.1	334.4	40,8	239,3
Raíces	98,5	10,8	56,0	135,0	11,2	54,1	91,4	8,9	40,4	125,9	16,5	51,4
Total	378,3	47,3	275,2	419,6	50,9	315,6	355,2	44,9	233,5	460,3	57,3	290,8

El cafeto extrajo considerables cantidades de nutrientes y predominó de manera general el N con una ligera ventaja sobre el K (Tabla 3). En Tercer Frente entre el 68 y el 74 % del N se extrajo por el sistema aéreo de la planta. Para el P esta cifra osciló alrededor del 77 %, mientras que para el K se ubicó entre 79,6 y 82,8 %. En La Alcarraza se alcanzaron extracciones similares y estuvo entre el 72,6 y el 74,3 % del N total extraído. En el caso del P estuvo en el rango de 71,2 y el 79,9 %; mientras que para el potasio se ubicó alrededor del 82 %.

Tabla 4. Biomasa y absorción de N, P y K por el *Coffea canephora* (kg/ha). Coeficiente de aprovechamiento de los nutrientes (%).

		NP ₂ K-NP ₀ K		Diferencia	Incremento	C.A.
Tercer Frente	Masa seca	20995.2	18994,5	2000.7	9.5	
	Extracción P₂O₅	50.9	47.3	3.6	7.4	4.67
La Alcarraza	Masa seca	22433.9	18666.8	3767.1	20.1	
	Extracción P₂O₅	57.3	44.9	12.5	27.8	16.6

Se reflejó un bajo aprovechamiento del fertilizante fosfórico, 4,7 % y 16,6 % en Tercer Frente y La Alcarraza respectivamente, (tabla 4) reafirmando los resultados experimentales alcanzados en el *arábico*, donde se estableció que el suelo Pardo es capaz de garantizar entre el 65 y el 89 % de los requerimientos del cultivo (Bustamante y Col., 1989). Esto pudiera relacionarse con los altos contenidos de fósforo en suelo al finalizar el ciclo anterior y concuerdan con el efecto de este fertilizante en la morfología de los cafetos y reflejan la posible eficiencia del mecanismo de absorción de este ión por la simbiosis micorrízica en estas condiciones de cultivo.

Gopal y Col., (1977) estudiando la traslocación y acumulación del superfosfato en estudios con (^{32}P) en plantas de *Coffea arabica* L. cv. S.795 y *Coffea canephora* Pierre encontraron que el metabolismo del P fue superior en el sistema radical del robusta y que esta última especie absorbió más fósforo que la arabica.

Rivera (1993) refleja que el cafeto posee un mecanismo eficiente de absorción de fósforo, ya que plantaciones productivas pueden extraer entre 120 - 160 kg P_2O_5 ha⁻¹ en 6 años, aun en presencia de contenidos bajos de fosforo disponible en el suelo o de aplicaciones de fertilizantes.

Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas localidades en suelos Pardos con altos contenidos de fósforo disponible en el suelo, la aplicación de 50 kg P_2O_5 .ha⁻¹ en años alternos garantiza las exigencias nutricionales de *C. canephora* y permite la obtención de rendimientos de hasta 2 t.c.oro.ha⁻¹.

Referencias.

Carvajal J. F. Cafeto, cultivo y fertilización./J. F. Carvajal-Berna:Ed. Instituto Internacional de la Potasa,1984, 254p.

Bustamante C, et al. Sistema de fertilización NPK para plantaciones de cafeto en producción (5000 plantas ha⁻¹). Cruce de los Baños: E.C.I.C.C., 1989, 76 p.

Bustamante C, et al. Informe final PN 003.07.046 Sistema de fertilización mineral y biofertilización de *Coffea canephora* Pierre.ex Froehner cultivados en las condiciones de los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa. Cruce de los Baños: E.C.I.C.C., 2002, 91 p.

Bustamante, C. Nutrición y fertilización de *Coffea canephora* en Cuba.2006/ En: R. Rivera, F. Soto editores. El Cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y Resultados, 2006, p.500. ISBN 959-7023-37-7

DaMalta,F. y Rodríguez, N. Producción sustentable de cafetales en sistemas agroforestales del geotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. Agronomía Colombiana. 25(1): 113-128, 2007

Gopal, N.H.; Balasubramanian, A.; Vasudeva, N. Absorption translocation and accumulation of phosphorus using labelled superphosphate (P_{32}) in Arabica and Robusta coffee plants. Indian Coffee. 41(1): 25-29, 1977.

Hernández, A. et al. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.1999, 64p. AGROINFOR. Instituto de suelos de La Habana.

Rivera R. Crecimiento, nutrición la fertilización (NPK) del cafeto a plena exposición solar sobre suelo Ferralítico Rojo. Cultivos Tropicales 14(2-3): 5- 36, 1993

Rivera R. Nutrición y fertilización del *Coffea arabica* en Cuba. En: R. Rivera, F. Soto editores. El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y Resultados, 2006, p.500. ISBN 959-7023-37-7.

Rojas O. Zonificación agro ecológica para el cultivo del café. (*Coffea* Arábica) en Costa Rica./ O. Rojas-Turrialba: IICA, 1987.