

Suelos y agroquímica

Efecto de la fertilización potásica en el rendimiento de *Coffea canephora* P.¹

Rolando Viñals-Núñez,* Carlos A. Bustamante-González,* Alberto Pérez-Díaz** y Rogelio Ramos-Hernández*

Resumen

La producción de cafetos de la especie *Coffea canephora* P. en Cuba se ha incrementado en los últimos años, así como las áreas sembradas con ellas, fundamentalmente en zonas donde la especie arábica no puede expresar todo su potencial productivo al estar el suelo infestado por nemátodos o por limitaciones ecológicas en zonas por debajo de los 400 msnm. La investigación se realizó con el objetivo de conocer la influencia de la aplicación de fertilizante potásico en el rendimiento de *Coffea canephora* P., la producción de biomasa, así como la extracción y el coeficiente de aprovechamiento de este elemento, en la Estación Experimental Agro-Forestal Velasco, provincia de Holguín. Los cafetos fueron plantados en 1997 en un suelo Pardo Gleyzoso sin carbonatos y podados en 2003. Se evaluó el rendimiento en $t \cdot ha^{-1}$ de café oro. En 2006 se seleccionaron cafetos del tratamiento sin fertilización potásica y del K_{160} y se dividieron en hojas, tallos verdes, tallos lignificados, ramas verdes, ramas lignificadas, raíces, frutos y hojas caídas para determinar la masa seca. Se realizó el análisis químico de los diferentes órganos para determinar los requerimientos N, P_2O_5 y K_2O . Mediante el método de las diferencias se calculó el coeficiente de aprovechamiento. Las aplicaciones de K permitieron obtener entre 1 y $2 t \cdot ha^{-1}$ de café oro, un incremento del 22,9 % en la producción de biomasa y la extracción de 492,7; 62,7 y 310,2 $kg \cdot ha^{-1}$ de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente. El coeficiente de aprovechamiento del fertilizante potásico fue del 40,7 %.

Palabras clave: potasio, *Coffea canephora* P., rendimiento, aprovechamiento.

Introducción

A nivel mundial el comercio de la especie *Coffea canephora* P. ha registrado un aumento considerable. En Cuba tiene amplias perspectivas por su rusticidad y resis-

Abstract

The production of *Coffea canephora* P. in Cuba has been increased in the last years such as the areas with this, especially in those areas where the Arabica cannot produce as it is waiting for due to the infection of nematodes or due to ecological limitations in zones under 400 msnm. The investigation was carried out with the objective of knowing the use of potassium fertilizers in the production of *Coffea canephora* P., the production of biomass and the extraction and benefit of this element in the Estación Experimental Agroforestal Velasco, Holguín province. The trees were planted in 1997 in Brown gray soil without carbonates and pruned in 2003. It was evaluated the production in $t \cdot ha^{-1}$ of clean coffee. In 2006 were selected trees of the treatment without potassium fertilizers and of the K_{160} and were divided in leaves, green stem, lignificate stem, green branches, lignificate branches, roots, fruits and fall leaves such as to determine the dry mass. It was carried out the chemical analysis of the different organs in order to determine the requirements of N, P_2O_5 and K_2O . Through the method of the differences was calculated the coefficient of the well used. The application of K permitted the production between 1 and $2 t \cdot ha^{-1}$ of gold coffee, and increased of 22.9 % in the production of biomass and the extraction of 492.7; 62.7 and 310.2 $kg \cdot ha^{-1}$ of N, P_2O_5 and K_2O respectably. The coefficient of well used of potassium fertilizer was 40.7 %.

Key words: potassium, *Coffea canephora* P., yield, use.

¹ Recibido: 17/9/2012

Aprobado: 23/1/2013

* Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

**Universidad de Guantánamo.

el arábico no puede expresar todo su potencial productivo por limitantes ecológicas (temperatura fundamentalmente) o por estar afectado el suelo por nemátodos (Cuba, 2003).

La mejor forma de analizar el crecimiento es mediante el incremento de la materia seca en conjunto con el área foliar (sistema de asimilación). El estudio de la técnica del análisis de crecimiento ha demostrado ser importante en estudios de producción de materia seca en relación con diferencias varietales en plantas cultivadas o afectadas por prácticas agronómicas (fertilización, riego, etc.) o sometidas a diferente oferta ambiental (Riaño y col., 2004).

La agricultura intensiva requiere una gran velocidad de reposición de K a la solución del suelo, y ello está ligado solo a grandes cantidades de K lábil o intercambiable. Los aportes de K por el uso de fertilizantes son necesarios para reponer estos tipos de K del suelo, en especial en aquellos con baja saturación y baja regulación potásica, sometidos a agricultura continua (Mengel y Kirkby, 1987).

Según Matiello (2006), actualmente el criterio utilizado es que la fertilización para el cafeto adulto debe ser realizada con base a la retirada de nutrientes por las plantas, considerando también las pérdidas de fertilizantes, la disponibilidad en el suelo y la condición de la plantación (edad, variedad, potencial productivo, sistema de manejo, clima, etc.).

Malavolta y col. (2002) consideran que la demanda de nutrientes por el cafeto no varía en función de la producción, pues cuando la fructificación es baja el crecimiento de ramas plagiotrópicas, la formación de hojas y ramas nuevas sustituyen al fruto como receptores de carbohidratos y nutrientes.

La respuesta a la fertilización potásica es bastante usual en el cafeto (Carvajal, 1984; Malavolta, 1986; Matiello y col., 1987; Bustamante y col., 2002 y 2010), sobre todo en condiciones de cultivo intensivo, producto de los altos requerimientos del mismo, aunque la dosis de fertilizante específico dependerán de la disponibilidad del elemento en el suelo, que no es solo función del contenido absoluto, sino del equilibrio o relación catiónica existente, lo que ha sido destacado por diversos investigadores (Forestier, 1967; Briceño y Carvajal, 1973) y corroborado en las condiciones de Cuba (Rivera y col., 1989).

Oliveira y col. (1980) informaron de la ausencia de respuesta en la altura y la producción del robusta a la fertilización potásica en Brasil, al estudiar niveles hasta $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O .

Snoeck (1980), en experimentos desarrollados en Costa de Marfil en suelos débilmente desaturados, encontró que los aportes de potasa para compensar las exportaciones de este elemento no fueron rentables.

Jayarama y col. (1994) señalan producciones de 1 t de café oro con aplicaciones de $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O .

García y col. (2002) en suelos brasileños determinaron que cuando el potasio representa un 4 % de la Capacidad de Intercambio Catiónico, se alcanzan producciones satisfactorias por un período de cinco años sin necesidades de aplicación adicional de nutrientes.

La investigación se realizó con el objetivo de conocer la influencia de la aplicación de fertilizante potásico en el rendimiento de *Coffea canephora* P., así como la extracción y el coeficiente de aprovechamiento de este elemento.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el sitio experimental La Alcarraza, situado a 300 msnm. en el municipio de Sagua de Tánamo, perteneciente a la Estación Experimental Agro-Forestal de Velasco, en la provincia de Holguín, con un suelo Pardo Gleyzoso sin carbonatos (Hernández y col., 1999).

La fertilidad del suelo es aceptable para el cultivo en los primeros 30 cm de profundidad con valores altos de acidez, contenidos adecuados de materia orgánica, fósforo y potasio asimilable, predominio del calcio en el complejo de absorción con contenidos altos de Mg y medios a altos de potasio intercambiable. El porcentaje de este último catión con respecto a la suma de bases es bajo, y muestra una situación de desequilibrio de acuerdo con los criterios de Carvajal (1984) y una relación Ca/Mg baja e indicativa de altos contenidos relativos de Mg (Tabla 1).

Para la plantación en diciembre de 1996 se utilizó una mezcla de clones seleccionados de *Coffea canephora* Pierre provenientes del banco de varetas de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente. Las posturas fueron plantadas a 3 m x 1,5 m, y la poda baja se realizó en abril de 2003 al concluir el primer ciclo productivo.

Se estudió la combinación de cuatro dosis de potasio (K_2O) en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. El sistema de fertilización utilizado se muestra en la tabla 2. Las parcelas experimentales se conformaron con tres hileras de siete plantas cada una. De ellas las cinco centrales se consideraron como de cálculo.

Tabla 1. Composición química del suelo Pardo Gleyzoso sin carbonatos de La Alcarraza

pH (H_2O)	$M.O.$ (%)	P_2O_5	K_2O	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	CIB
		$(mg \bullet 100\ g^{-1})$		$(cmol \bullet kg^{-1})$				
5,6	3,07	16,72	26,0	0,75	26,8	10,8	0,27	38,6

Tabla 2. Sistema de Fertilización Mineral ($kg \cdot ha^{-1}$) en el segundo ciclo productivo

	2003	2004	2005	2006	2007
K_0	0	0	0	0	0
K_1	0	80	80	80	80
K_2	0	160	160	160	160
K_3	0	240	240	240	240
N	100	150	200	200	200
P_2O_5	0	100	0	100	100

El fertilizante nitrogenado se aplicó en dos momentos (50 %) en el primer año; en el resto se fraccionó al 33 % en tres aplicaciones. El fertilizante fósforico se aplicó todo en la primera aplicación de 2004. El potasio se fraccionó al 50 % en el primer año y en el resto el 60 % en primavera, y el 40 % en frío.

Como portadores se utilizaron la urea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio. Los fertilizantes se incorporaron a la banda de abonamiento y se cubrieron con los restos vegetales de la chapea.

En noviembre de 2006 en el tratamiento con aplicación de $160 kg \cdot ha^{-1}$ de K_2O y sin aplicación de K se determinó la producción de fitomasa y la extracción de nutrientes, para lo que se dividieron plantas representativas del desarrollo de los cafetos en hojas, tallos verdes, tallos lignificados, ramas verdes, ramas lignificadas, frutos y raíces. Para el estudio del sistema radical se procedió a extraer bloques de $25 cm \times 30 cm \times 50 cm$ (profundidad x distancia hacia la calle x distancia entre plantas) hasta el metro de profundidad o hasta que existieran raíces; así las raíces extraídas representaron $\frac{1}{4}$ del volumen ocupado por la planta.

Se utilizaron mantas de polietileno que cubrieron $\frac{1}{4}$ del área vital del cafeto ($0,75 cm \times 1,5 m$) en aquellas plantas que se extraerían, y se recolectó mensualmente la hojarasca que cayó de las plantas al suelo.

Todo el material vegetal se secó a $70 ^\circ C$ por 72 h para determinar la masa seca y se expresó en $t \cdot ha^{-1}$. Se realizó el análisis químico de los diferentes órganos mediante digestión ácido sulfúrico-selenio, y posterior determinación mediante colorimetría para N y P, y fotometría para K. Con estos valores se determinaron los requerimientos de N, P_2O_5 y K_2O del cultivo en $kg \cdot ha^{-1}$. Mediante el método de las diferencias se calculó el coeficiente de aprovechamiento por la fórmula:

$$CA (\%) = \frac{kg \text{ extraídos (trat. con nutr.)} - kg \text{ extraídos (sin el nutr.)} \times 100}{\text{Dosis de nutriente (kg)}}$$

El rendimiento obtenido en cada cosecha fue expresado en $t \cdot ha^{-1}$ de café oro, y utilizando el sistema estadístico InfoStat versión 1.0 se realizó un análisis de varianza de clasificación doble. En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, las medias

fueron comparadas por la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

El efecto de la fertilización potásica se observó en tres de los cuatro años estudiados (Tabla 3). Los altos contenidos de potasio disponible en el suelo garantizaron rendimientos del orden de 1,09 t café oro $\cdot$ ha⁻¹, ratificando la utilidad del análisis de suelo como elemento necesario para una aplicación racional de la fertilización mineral. Para niveles productivos del orden de 1,16 t café oro fueron suficientes 80 kg K₂O ha, mientras que, al incrementarse el nivel productivo a valores entre 2,4 y 2,7 café oro ha, fueron necesarias dosis entre 180 y 240 kg ha de K₂O.

En Colombia, Sadeghian y col. (2006), en un estudio de fertilización en varias fincas, solo registraron diferencias significativas para la dosis de fertilizante en la tercera cosecha y en el acumulado en producción.

En Brasil, Cervellini y Toshio (1994) no encontraron respuestas en aplicaciones anuales de K, y lo relacionaron con niveles de 0,41 cmol $\cdot$ kg⁻¹ de K intercambiable; sin embargo, en las condiciones de Cuba, aun con niveles entre 8 y 12 cmol $\cdot$ kg⁻¹ de K se encontró respuesta al fertilizante potásico. Esta situación se relaciona con la necesidad de ruptura del antagonismo catiónico con el Ca y Mg predominantes en este suelo.

Bustamante (2006) estableció la respuesta del *Coffea canephora* P. en el primer ciclo productivo a dosis entre 80 y 160 kg de K₂O $\cdot$ ha⁻¹, las que fueron suficientes para producciones entre 1,28 y 1,44 t café oro ha⁻¹ año⁻¹. Es-

tas dosis son inferiores a las necesarias para alcanzar niveles productivos similares en el *Coffea arabica* L.

Para el *Coffea arabica* L., Rivera (2006) explica que el suelo Pardo en estas condiciones garantiza entre el 50 y el 85 % de los requerimientos de K₂O; sin embargo, es el elemento que más limita el rendimiento, por eso son necesarias aplicaciones para vencer el antagonismo catiónico con el Ca y Mg, aumentando la eficiencia de la fertilización.

El tratamiento sin potasio en este experimento garantizó el 83, el 34, el 51 y el 67 % del rendimiento máximo obtenido para el primer, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente, y como promedio de los cuatro años el 63 %.

Bustamante y col. (1989) demostraron que en estas condiciones el suelo garantiza entre el 46 y el 70 % del rendimiento máximo del cultivo, lo que explicaría la respuesta productiva del cultivo.

Rivera (2006) establece en la especie arábica que una cosecha alta entre 2,5 y 3,5 t café oro $\cdot$ ha⁻¹ conlleva a requerimientos anuales entre 150 y 320 kg $\cdot$ ha⁻¹ de K₂O.

En zonas con problemas de K la experimentación ha indicado que niveles de 100 a 150 kg de K₂O $\cdot$ ha⁻¹ son los más indicados para la obtención de una respuesta económica (Chaves, 1999).

Efecto de la fertilización potásica sobre la producción de biomasa de *Coffea canephora* P.

La biomasa alcanzó valores cercanos a las 20 t $\cdot$ ha⁻¹ en el tratamiento sin la aplicación de K (Fig. 1). Rojas (1987), en estudios realizados en *Coffea arabica* L., considera índices superiores a las 12 t $\cdot$ ha⁻¹ como indicativos de buenas plantaciones de cafetos.

Tabla 3. Efecto de las dosis de K en el rendimiento de *Coffea canephora* (t café oro $\cdot$ ha⁻¹)

Dosis	2004	2005	2006	2007	Acumulado
NPK ₀	0,91	0,45 c	1,28 b	1,82 c	4,46 c
NPK ₁	1,09	1,16 a	2,26 a	2,05 bc	6,56 b
NPK ₂	0,97	1,09 a	2,29 a	2,40 ab	6,75 ab
NPK ₃	1,05	0,86 b	2,50 a	2,72 a	7,13 a
ES	0,06 ns	0,05***	0,09***	0,11***	0,13***
CV %	11,68	13,33	8,80	9,81	4,14

La aplicación de K permitió obtener un 22,9 % más de biomasa, confirmando el papel decisivo de este elemento para el cafeto en los suelos Pardos, y ratifica su rol predominante en la nutrición de los mismos.

En la composición de la biomasa en el tratamiento con aplicación de K predominó el sistema radicular y el tallo leñoso, en ese orden, con el 24,8 y el 23,4 %, respectivamente. En orden descendente le siguieron los frutos (16,4 %) y las hojas (16 %). El resto de los órganos mostró una menor participación en la composición de la biomasa del *Coffea canephora* P. al solo aportar el 9,9 % las ramas leñosas, el 3,1 % las ramas verdes y apenas el 0,3 % el tallo verde. Por su parte, las hojas caídas aportaron el 6,2 % de la biomasa obtenida.

Extracción de nutrientes

El cafeto extrajo considerables cantidades de nutrientes y predominó de manera general el N, seguido del K y en menor cuantía el P (fig. 2).

La extracción de N, P_2O_5 y K_2O se incrementó cuando se aplicó fertilizante potásico en un 31,3; 29,0 y 26,5 %, respectivamente.

Del total de la extracción realizada por la plantación se resalta la efectuada por la hojarasca, que estuvo entre el 6,2 y el 6,6 % para el N, entre el 7,4 y el 8,6 % para el P, y entre el 2,9 y el 6,3 % para el K con respecto a la aplicación o no de este último elemento.

Se destaca ahora la participación de los frutos en la exportación de nutrientes, la que representó entre el 16,8 y el 19,8 % de los requerimientos del N, del 14,8 y el 19,9 % de los del P y entre 25,5 y 26,7 % de los del K.

Colwell (1994) sugiere aplicar como dosis de sostenimiento la cantidad de nutrientes removidos por una cosecha con el fin de mantener un nivel adecuado de los elementos en el suelo. Dicha dosis puede determinarse mediante un análisis de los elementos extraídos por la cosecha, y varía de acuerdo con la región y a las prácticas de cultivo.

Coefficiente de aprovechamiento

El coeficiente de aprovechamiento del K fue del 40,73 %, lo que explicaría la respuesta productiva del cultivo en esta localidad. Estos resultados se obtienen en condiciones de altos contenidos de K disponible en el suelo y de aplicaciones anuales de $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O , es decir, se debe crear concentraciones de K que tengan que vencer el antagonismo con el Ca y el Mg presentes en estos suelos, por lo cual la eficiencia de la fertilización disminuye.

En suelos Ferríticos se encontró un coeficiente de aprovechamiento que osciló entre 66-78 %, mientras que en los Ferralíticos Rojos se informa un 80 % de eficiencia (Martín, 1988).

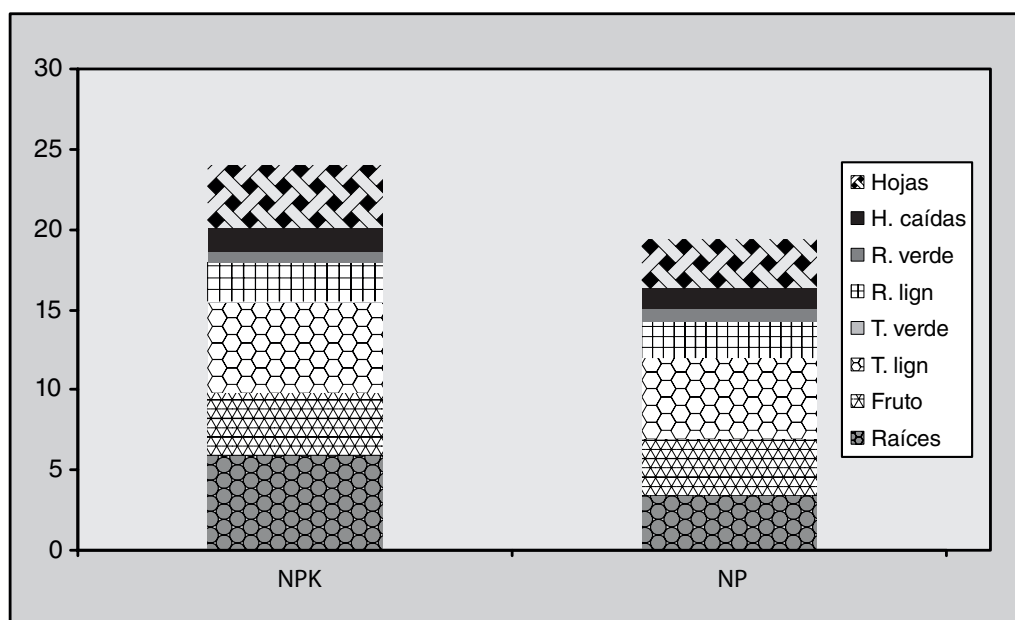


Fig. 1. Producción de biomasa por *Coffea canephora* ($t \cdot ha^{-1}$).

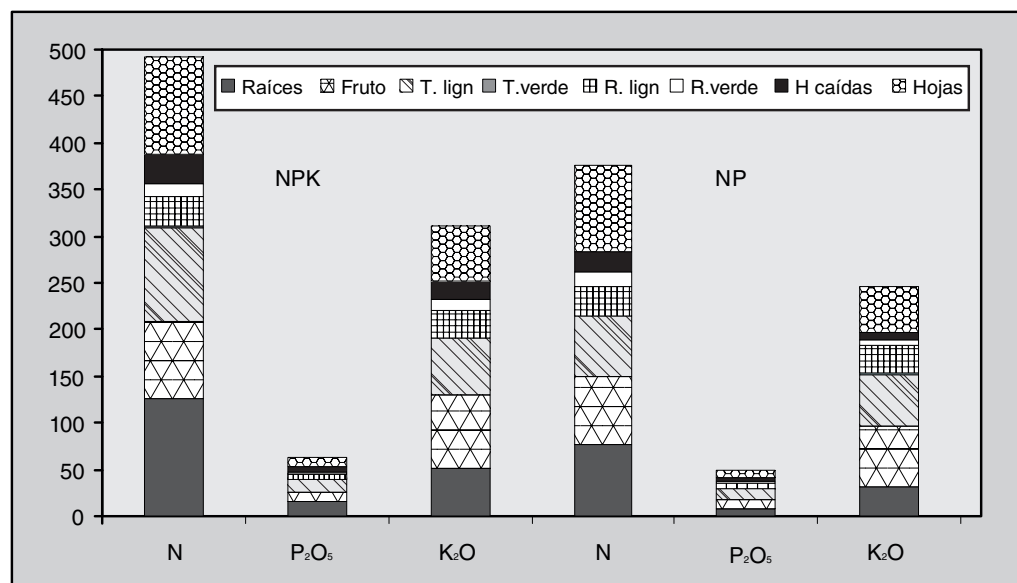


Fig. 2. Extracción de N, P₂O₅ y K₂O por *Coffea canephora* P. (kg • ha⁻¹).

Conclusiones

- La aplicación de 80 kg K₂O • ha⁻¹ garantizó las exigencias nutricionales de *C. canephora* P. cultivada en suelos Pardos con altos contenidos de K disponible, y permitió obtener durante el segundo ciclo productivo rendimientos que oscilaron entre 1 y 2 t café oro • ha⁻¹. Para rendimientos superiores a las 2 t café oro • ha⁻¹ es necesaria la aplicación de 160 kg K₂O • ha⁻¹.
- La aplicación de fertilizante potásico permitió obtener un incremento del 22,9 % en la producción de biomasa, y de un 31,3; 29 y 26,5 % en la extracción de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.
- El coeficiente de aprovechamiento del K en estas condiciones fue del 40,73 %.

Bibliografía

- Briceño, J. A. y J. F. Carvajal: El equilibrio entre los metales alcalinos y alcalinos térreos en el suelo, asociado con la respuesta del café al potasio. *Turrialba*, 23:56-71, 1973.
- Bustamante, C.; Rodríguez, Maritza I.; Camejo, R. y M. Ochoa: Informe de etapa. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento e índices agroquímicos en el período. En: *Informe del resultado 003-046*. – Cruce de los Baños: ECICC, 30 Pp., 1989
- Bustamante, C; Rodríguez, Maritza I., Viñals, R. y A. Pérez: *Informe Final Proyecto 007-03-046 Sistema de fertilización mineral y biofertilización de Coffea canephora Pierre ex*

Froehner cultivado en las condiciones de los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa. – Cruce de los Baños: ECICC, 91 Pp., 2002.

Bustamante, C.: Nutrición y fertilización de *Coffea canephora* P. en Cuba.2006/ En: *El Cultivo del café en Cuba. Investigaciones y Resultados*, p.500. ISBN 959-7023-37-7, 2006.

Bustamante, C.; Viñals, R.; Pérez, A.; Rodríguez, Maritza I. y L. Araño: *Informe Final Proyecto 00703.087. Fertilización mineral y uso de abono verde en Coffea canephora Pierre ex - Froehner cultivado bajo poda sistemática en los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Nipe - Sagua – Baracoa*. – Cruce de los Baños: ECICC, 2010 -237 p.

Carvajal, J. F.: Café. Cultivo y fertilización-2a Edic. Berna, Instituto Internacional de la Potasa, Pp. 143-245, 1984.

Cervellini, G. S. y Toshio, Igue: Adubação mineral e organica do cafeeiro. *Bragantia* 53 (1): 83-93, 1994.

Chaves, V.: Manejo de la fertilización en café. En: *XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos*, Costa Rica, Pp 163-173, 1999.

Colwell J. D.: Estimating fertilizer requirements: a quantitative approach. Wallingford: CAB International, 262 Pp. 1994.

Cuba. Ministerio de la Agricultura: Situación y perspectiva de la producción del café en el país. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 7 Pp., 2003.

Forestier, J.: El potasio y el café robusta, *Fertilité* 30:3-63, 1967.

García, A. W.; Japiassú, I. B. y G. B. Frota: Determinacao de saturacao de potasio ideal para a cultura do cafeeiro (*Coffea*

- arabica*, L.) em solo con diferentes valores para a capacidade de troca cationica. 28 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Trabalhos apresentados. Caxambu- MG.:SARC/ PROCAFE, 2002. p. 50-51.
- Hernández, A. y col.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGROINFOR. Instituto de Suelos de La Habana, 64 Pp., 1999.
- Jayarama, R. P.; Ananda, Alwar and R. Naidu: Latest concept of fertiliser usage in coffee plantations with respect to Nitrogen, Phosphorus and Potassium. *Indian Coffee* VIII (9):9-12, 1994.
- Malavolta, E.: Nutricao, adubacao e calagem para o cafeeiro./ E. Malavolta./ En: *Cultivo do cafeeiro, fatores que afetam a produtividade*. Rio de Janeiro y Associação Brasileira da Potasa, 447 Pp., 1986.
- Malavolta, E.; Favarin, J.; Malavolta, M.; Pereira, C.; Heinrichs, R. y J. Machado: Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores de cafeeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 37(7): 1017-1022, 2002.
- Martín J. R.: "La fertilización NPK del *Coffea arabica* L. cultivado sobre suelo Ferralítico Rojo compactado" [inédito], tesis de candidatura. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 1988.
- Matiello, J. B.; Santinato, R. y A. P. de Camargo: A moderna cafeicultura nos cerrados. Instruções técnicas sobre a cultura de café no Brazil. IBC/ Rio de Janeiro, 148 Pp., 1987.
- Matiello, J. B.: Manejo de fertilizantes nitrogenados e sulfatados na cultura do café. Informações agronômicas. *Encarte Técnico* (114):6-7, 2006.
- Mengel, K. y E. A. Kirkby: Potassium. In "*Principles of Plant Nutrition*" Chapter 10: 427-453, I.P.I. Berna Switzerland 1987.
- Oliveira, J. A.; Matiello, J. B.; Pinheiro, M. R. e R. Santinato: Primeras observacoes sobre adubacao NPK em cafetos Conilon en el Estado Rio de Janeiro. En: 8vo Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Resumos.—Campos do Jordao: IBC, Pp. 395-398, 1980.
- Riaño, N.; Arcila, J.; Jaramillo, A. y B Chaves: Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por *Coffea arabica* L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera Central. *Cenicafé* 55(4): 265 – 276. 2004.
- Rivera, R.: "Sistema de fertilización NPK para plantaciones de cafeto en producción" (5000 plantas.ha⁻¹) ACC / R. En: Informe Final del Resultado 003-04-07 La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 69 Pp., 1989.
- Rivera, R.: Nutrición y fertilización del *Coffea arabica* L. en Cuba. En: *El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y Resultados*, p. 500. ISBN 959-7023-37-7, 2006,
- Rojas, O.: Zonificación agro ecológica para el cultivo del café. (*Coffea Arabica*) en Costa Rica./ O. Rojas-Turrialba: IICA, 1987.
- Sadeghian, S.; García, J. C. y E. C. Montoya: Respuesta del cultivo de café a la fertilización con N, P, K y Mg en dos fincas del departamento de Quindío. *Cenicafé* 57(1): 58 – 69, 2006.
- Snoeck, J.: Evolution du chimisme du sol dans des essais de engrais minéraux sur *Coffea canephora* P. en Cote d Ivoire. *Café Cacao The.* 24(3):177-188, 1980.

UTILICE LAS CARTAS TECNOLÓGICAS DE CAFÉ

En la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente se informatizaron las Cartas Tecnológicas para el cultivo del café, con vistas a ser más eficientes en los cálculos de:

- *Respaldos productivos*
- *Gastos de insumos*
- *Resumen de gastos*

Para contribuir a un mejor reordenamiento cafetalero

Mayor información en: agrotecnia3@tercerfrente.inaf.co.cu