

FOSFORO FOLIAR ABSORBIDO DEL FERTILIZANTE POR PLANTAS DE CAFE (*Coffea arabica* L.).¹

Dietel. R. Sauerbeck*, Miguel A. González**, José. F. Carvajal** y Jorge. A. Briceño **

ABSTRACT

Foliar phosphorous absorbed from the fertilizer by coffee (*Coffea arabica* L.) trees. A study was carried out on the percentage of foliar phosphorus derived from the fertilizer by coffee trees (*Coffea arabica* L., cv. Caturra), under field conditions. The P₂O₅ contents in the fertilizer were 5, 7.5, 10, 12.5 and 15% using ³²P labelled diammonium phosphate, with a specific activity of 1.05 mCi/g of P. The fertilizer was either broadcast or banded and corresponded to the second complete fertilization.

Foliar samples of the first and second completely developed leaves were collected 18, 34 and 52 days after the application of the fertilizer. The leaves were analyzed for ³²P and total-P. A significant difference between treatments was found only 52 days after the application. The highest values in the foliar content of labelled P were obtained when concentrations higher than 5% of P₂O₅ in the fertilizer were broadcast under the coffee canopy.

In all cases, the percentage of foliar-P derived from the fertilizer was low, nevertheless, an increment in the values was shown in the samples collected 52 days after the application of the labelled fertilizer. This was probably due to the effect of the applied phosphorus on the newly developed foliar tissues which met the phosphorus requirements partially from the fertilizer.

INTRODUCCION

Las fórmulas de fertilizantes para café recomendadas en Costa Rica contienen solamente cinco por ciento de P₂O₅, por lo que la aplicación de 111 g (4 onzas) de fertilizante de fórmula completa corresponde a 5,5 g de P₂O₅. Si se tiene en cuenta la alta capacidad de fijación de fósforo de la mayoría de los suelos volcánicos, esta cantidad puede ser insuficiente.

El hecho de que en Costa Rica rara vez se presentan síntomas de deficiencia de fósforo en los cafetales, hace pensar que el café es un extractor eficiente de dicho elemento, el cual podría eventualmente llegar a omitirse en las fórmulas de los fertilizantes. Sin embargo, puede que la fertilización con fósforo sea económica, si el elemento se suministra en concentraciones altas como para sobrepasar los límites de la fijación del suelo. Esto puede obtenerse mediante aplicaciones relativamente altas de fertilizantes y el uso de técnicas apropiadas de colocación de la misma.

El objetivo de esta investigación fue estudiar la absorción de fósforo a partir de diferentes cantidades de fertilizante aplicadas al voleo o en banda, para cuantificar el porcentaje mínimo de fósforo que debe estar presente en las mezclas de los fertilizantes para café.

1 Recibido para su publicación el 28 de agosto de 1978.

* Agrikulturchemisches Institut der Universitat Bonn, República Federal de Alemania.

** Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo tuvo lugar en un lote de café Caturra de tres años, localizado en Santo Domingo de Heredia. El suelo es Typic Vitrandept (A. Alvarado, comunicación personal, 1978) de topografía plana y está clasificado dentro de la Serie Heredia ondulado (11). La altura aproximada de la localidad es de 1170 msnm, la temperatura media anual es de 20 C y la precipitación anual es de aproximadamente 2200 mm.

El experimento consistió en un diseño de cinco bloques al azar. Los tratamientos incluían 5,0, 7,5, 10,0, 12,5 y 15,0 por ciento de P₂O₅ en la fórmula de fertilizante aplicada en dos formas al voleo y en banda, dentro del dosel de los arbustos. Las unidades experimentales consistieron en dos plantas rodeadas por seis plantas de borde. La época de abonamiento correspondió a la segunda aplicación anual de fertilizante completo, ya que el lote experimental recibió la primera fertilización en junio del mismo año con una cantidad similar de fertilizante por planta. El ensayo fue instalado el 9 de agosto de 1974.

Se empleó una base general de 20 g de N, 16,5 g de K₂O (K₂SO₄), 6,65 g de MgO (MgSO₄), y 2,2 g de B₂O₃ (H₃BO₃), correspondientes a las cantidades que se derivan al aplicar lll g por planta de la fórmula 18-5-15-6-2.

Se variaron las concentraciones de fósforo de la fórmula usando como fuente fosfato diamónico marcado con ³²P, con una actividad aproximada de 0,454 mCi/g (micro-curio/gramo) de P₂O₅ o 1,05 mCi/g de P. Las concentraciones usadas suministraron 5,5, 8,25, 11,0, 13,75 y 16,5 g de P₂O₅ por planta. El fertilizante marcado se obtuvo de la Tennessee Valley Authority, Muscle Shoals, Alabama.

El fertilizante se pesó en frascos de vidrio con tapa. Debido a que se usaron cantidades crecientes de fosfato diamónico, fue necesario ajustar las cantidades de nitrógeno a usar, el cual fue aplicado como nitrato de amonio, para suplir 20 g de N por planta. Con el objeto de aumentar el volumen de material fertilizante, éste se mezcló con 100 g de arena seca de río.

Previo a las aplicaciones al voleo, se removió la cobertura de material orgánico y algo del suelo su-

perficial alrededor del área debajo de los arbustos y se procedió a aplicar la mezcla de fertilizantes. Seguidamente este se cubrió con el suelo y la materia orgánica removidas hasta que no se detectó radioactividad en la superficie del suelo. Para la aplicación localizada en banda, se hizo un surco de unos 6 cm de ancho y 8 cm de profundidad, a una distancia de 50 cm del tronco del arbusto. Después de la aplicación los surcos fueron cubiertos con suelo.

Para los análisis se recolectaron muestras compuestas representativas de los primeros y los segundos pares de hojas hasta obtener 25 g de materia seca. La ceniza de 10 g de materia seca fue transferida a planchetas de aluminio para contaje sólido con un tubo Geiger-Müller. Todas las cuentas fueron corregidas por autoabsorción, radiación de fondo y decaimiento hasta la fecha inicial del primer muestreo.

El porcentaje de fósforo total foliar proveniente del fertilizante (P-fpf) se calculó por la fórmula:

$$\% P - \text{fpf} = \frac{S_p}{S_f} \times 100$$

en donde: Sp actividad específica del elemento en la planta y Sf actividad específica del elemento en el fertilizante.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los contenidos de P-foliar total y de fósforo foliar proveniente del fertilizante.

Únicamente se encontraron diferencias estadísticas significativas (P<0,05) en las muestras foliares recolectadas a los 52 días después de aplicado el fertilizante marcado.

Conforme a la prueba de Duncan, 18 días después de la aplicación del fertilizante marcado sólo los tratamientos que contemplan la colocación del fertilizante en banda, a 5 y 75 por ciento de P₂O₅, se diferenciaron de los demás como grupo significativamente diferente en cuanto al suministro de fósforo para la planta. En las muestras recolectadas 52 días después, se agruparon los tratamientos en banda con 5, 7,5 y 10 por ciento de P₂O₅, junto con el

Cuadro 1. Efecto del método de aplicación y de la dosificación sobre la absorción de fósforo por el café.*

Tratamientos						
Método de aplicación	% de P ₂ O ₅ en el fertilizante	P-foliar total %	cpm/10 g	cpm/mg P	P-foliar total prov. del fertilizante %	Grupos de Duncan **
Primer muestreo (27-8-74)						
Al voleo	5,0	0,150	531	35	0,04	a
	7,5	0,148	612	41	0,05	a
	10,0	0,142	884	62	0,08	a
	12,5	0,138	606	44	0,05	a
	15,0	0,142	1026	72	0,09	a
En banda	5,0	0,140	252	18	0,02	z b
	7,5	0,136	396	29	0,04	a
	10,0	0,136	470	35	0,04	a
	12,5	0,152	1291	85	0,10	a
	15,0	0,130	813	62	0,08	a
Segundo muestreo (12-9-74)						
Al voleo	5,0	0,148	500	34	0,04	b
	7,5	0,146	1322	90	0,11	a
	10,0	0,146	1889	129	0,16	a
	12,5	0,142	1281	90	0,11	a
	15,0	0,142	1432	101	0,12	a
En banda	5,0	0,144	606	42	0,05	b
	7,5	0,142	1117	79	0,10	a
	10,0	0,138	945	68	0,08	a
	12,5	0,140	1863	133	0,16	a
	15,0	0,136	2367	174	0,21	a
Tercer muestreo (30-9-74)						
Al voleo	5,0	0,164	1195	73	0,09	b
	7,5	0,158	3480	220	0,27	a
	10,0	0,146	4797	329	0,40	a
	12,5	0,148	2390	161	0,20	a
	15,0	0,164	3000	183	0,22	a
En banda	5,0	0,146	844	58	0,07	b
	7,5	0,136	1963	144	0,18	b
	10,5	0,142	1491	105	0,13	b
	12,5	0,148	3011	203	0,25	a
	15,0	0,138	3080	223	0,27	a

* Cada dato es promedio de cinco repeticiones

** a,b: Agrupamientos de los tratamientos significativamente diferentes según la prueba de Duncan para cada fecha de muestreo.

tratamiento al voleo con 5 por ciento de P_2O_5 en un grupo estadísticamente diferente de los otros tratamientos empleados, lo que refleja una menor utilización del fertilizante marcado con ^{32}P .

En la Fig 1 se presentan los contenidos de ^{32}P expresados en $cpm/10g$ (conteo/minuto/10g) de muestra foliar en función del tiempo transcurrido después de la aplicación de la actividad. Todos los tratamientos exhibieron valores ascendentes con relación al tiempo, o sea a la formación de nuevo tejido foliar, ya que siempre se procedió a tomar muestras de los primeros y segundos pares de hojas. El muestreo llevado a cabo a los 52 días después de la aplicación del fertilizante correspondió a hojas que habían utilizado parte del fósforo requerido en su formación, del fertilizante aplicado al suelo. Los valores más altos correspondieron a la aplicación al voleo de 10 por ciento de P_2O_5 en el fertilizante y los más bajos, a la aplicación en banda de 5 por ciento de P_2O_5 .

La aplicación de fósforo al voleo reflejó su mayor utilización por el café en comparación con los tratamientos en los que se aplicó este elemento en banda, lo que concuerda con lo encontrado por varios autores (4,9,10), no obstante la alta fijación de

fósforo de la mayoría de los suelos derivados de cenizas volcánicas (6,7,8). Ahenkorah (1) recomienda para cacao la aplicación del fertilizante fosfatado al voleo durante la época lluviosa, con base en los resultados de investigación con ^{32}P . La aplicación de superfosfatado en banda a 1 m de distancia del tronco se tradujo en una absorción pobre.

En todos los casos, el porcentaje de fósforo foliar proveniente del fertilizante fue muy bajo (Cuadro 1), comportamiento observado por Bornemisza y Fassbender (5) en suelos de Costa Rica y por otros investigadores (2,3). No obstante lo anterior, se presentó una tendencia ascendente en función del tiempo transcurrido, obteniéndose los valores más altos a los 52 días después de la aplicación. Estos valores bajos pueden atribuirse a que la fertilización experimental correspondió al segundo abonamiento del año con fórmula completa, por lo que quizá las plantas experimentales ya habían llenado sus requerimientos de fósforo. Cabe aclarar, que en estos suelos se acostumbra fertilizar intensivamente, dadas las excelentes cosechas que se obtienen, por lo que se podría esperar que los suelos contengan suficiente fósforo residual de fertilizaciones previas, para llenar las demandas del cultivo. Además, debe considerarse la dilución del trazador en el contenido total de

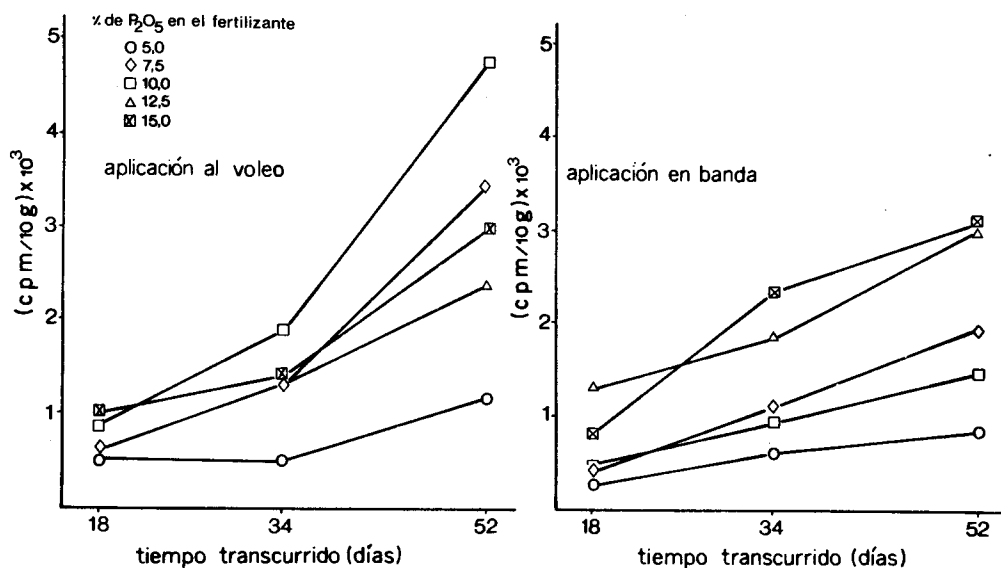


FIG 1. Variación del contenido foliar de ^{32}P en función del tiempo transcurrido desde la aplicación del fertilizante marcado.

fósforo en los arbustos de café, si se compara con la mayor utilización de nutrimentos fertilizantes por parte de las plantas anuales. Así, se encontró que el porcentaje de fósforo proveniente del fertilizante en algunas malas hierbas que crecían en las parcelas experimentales fue de 3,3 y 3,4% para los tratamientos al voleo con 5 y 15% de P_2O_5 y de 0,8 y 1,6% para los correspondientes aplicados en banda, después del tercer muestreo. Esto comprobó el pronunciado efecto que tuvo la concentración y la forma de aplicación del fertilizante en estas plantas.

RESUMEN

Se estudió el fósforo foliar proveniente del fertilizante por plantas de café (*Coffea arabica* L., cv. Caturra), bajo condiciones de campo. Los contenidos de fósforo en la fórmula del fertilizante fueron 5,7,5,10,12,5 y 15% de P_2O_5 , como fosfato diamónico marcado con ^{32}P a razón de 1,05 mCi/g de P. La aplicación del fertilizante se aplicó al voleo o localizada en banda y correspondió al segundo abonamiento del año con fórmula completa.

A los 18, 34 y 52 días después de aplicados los fertilizantes se procedió a recolectar muestras de hojas de los primeros y segundos pares. Las muestras fueron analizadas por ^{32}P y P-total.

No hubo diferencias significativas en los tratamientos en las primeras épocas de muestreo pero sí a los 52 días de la aplicación. Los valores más altos en los contenidos foliares de fósforo marcado se obtuvieron al aplicarse concentraciones mayores de 5% de P_2O_5 en el fertilizante aplicado al voleo bajo el área cubierta por el dosel de los arbustos de café.

El porcentaje de P-foliar proveniente del fertilizante aplicado en todos los casos fue muy bajo. No obstante, se notó un incremento en los valores de las muestras recolectadas a los 52 días de aplicado el fertilizante marcado, probablemente relacionado con la formación del tejido foliar que sí recibió la influencia del fósforo aplicado como fertilizante.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean dejar constancia de su agradecimiento a los señores propietarios de la Compañía Cafetalera Montealegre S. A. por facilitar el lote de café en donde se llevó a cabo el experimento y a la Tennessee Valley Authority por suplir el fertilizante marcado.

LITERATURA CITADA

1. AHENKORAH, Y. Use of radioactive phosphorus in determining the efficiency of fertilizer utilization by cacao plantation. *Plant and Soil* 42: 429-439. 1975.
2. ARRIAGA, J. M. y LOPEZ de J. Estudo do fertilidade de algunos solos de São Tomé. II. Determinação do fosforo lábil, por diluição isotópica, e da taxa de utilização do fosfato monocalcico en solos de São Tomé e Príncipe. *Estudos Agronomicos*, 1. 1960. 185 p.
3. BONNET, J. A. y RIERA, A. R. Radioactive studies with ^{32}P in tropical soils and crops of Puerto Rico. *International Congress of Soil Science*, 5th. Transactions Leopoldville, Congo, 2: 369-375. 1954.
4. —, RIERA, A. R. y ROLDAN J. Radioactive studies with p^{32} in tropical soils and crops of Puerto Rico. *Soil Science Society American Proceedings* 19: 283-284. 1955.
5. BORNEMISZA, E. y FASSBENDER, H. W. Uptake of fertilizer phosphate from nine soils from the humid tropics. *Agrochimica* 14 (2-3): 259-268. 1970.
6. FASSBENDER, H. W. Phosphate retention and its different chemical forms under laboratory conditions for 14 Costa Rica soils. *Agrochimica* 12 (6): 512-521. 1968.
7. —, Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina, Turrialba, Costa Rica, IICA. 1969, pp (B.4.1—B.4.10)
8. —, Química de Suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Turrialba, Costa Rica. 1975. 398 p.
9. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Technical Report Series No. 144. IAEA. Research Contract 13th Annual Report. 1973. pp. 59-66.
10. MALVOLTA, E. y NEPTUNE, L. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. II. Absorção do superfosfato radioativo pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon Amarelo) em condições de campo. *Anais da Escola de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 16: 101-111. 1959.
11. VARGAS, O. y TORRES J. A. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. Ministerio de Agricultura e Industrias, San José, Costa Rica. *Boletín Técnico* No. 22. 1958. 64 p.