

## EFFECTO DE LA FUENTE DE POTASIO EN EL ACUMULAMIENTO DE CLORUROS Y SULFATOS EN EL CAFETO<sup>1</sup>

Miguel A. González, Carlos A. López, José F. Carvajal y Jorge A. Briceño \*

### ABSTRACT

The effect of potassium sources on the accumulation of chlorides and sulfates in coffee trees. A field experiment was carried out to evaluate the effect of two sources of K, namely KCl and K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, on the concentration of K, S and Cl in coffee leaves. Leaf samples were collected at weekly intervals after K fertilization and analyzed for total K, S and Cl.

Neither K nor S concentration in the leaves was affected by the application of KCl or K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The Cl concentration rapidly increased after the first week, when 80 g of KCl were applied per tree. After the third week, it reached levels higher than 2000 ppm Cl, which is the established limit of tolerance, and remained above 2400 ppm during two months; after this period of time a decrease occurred until the initial concentration was reached again. No visual symptoms of Cl toxicity were observed in the coffee trees during the experimental period.

### INTRODUCCION

El uso intensivo de fertilizantes que contienen Cl puede provocar toxicidad en muchas plantas. En Costa Rica es práctica común el abonamiento de cafetales con cantidades altas de fertilizantes completos, en los que el K se supe usualmente como KCl.

En Colombia, López (3) encontró toxicidad de Cl inducida en cafetos por fertilizaciones altas con KCl. Según este autor, un nivel mayor de 2000 ppm de Cl en los cuartos pares de las hojas de cafetos puede ser tomado tentativamente como la máxima concentración tolerada por el café, es decir, que arriba de esta concentración existe una toxicidad manifiesta a este elemento, que consiste en quemaduras de las hojas ("leaf scorch"). Estas quemaduras en las hojas han sido reportadas por otros autores en árboles de aguacate (1) y de mango (4). Si la acumulación es mayor se puede producir una necrosis más intensa, provocándose en defoliación. Cuando se usó K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en dosis similares a las de KCl no se manifestó daño alguno. Además, López (3) encontró que la absorción de Cl es rápida

durante los primeros 15 días y que la concentración disminuye marcadamente después de 30 días de la aplicación. Según Haas y Barbier, citados por Gouny (2), un exceso de Cl produce manifestaciones idénticas a las de una deficiencia de K, que no pueden ser compensadas por aplicaciones de KCl.

Con el objeto de verificar en condiciones locales la respuesta del café a la fertilización potásica, se estableció un experimento de campo para determinar los efectos de KCl y de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en la concentración foliar de K, S y Cl a diferentes intervalos de tiempo después de la fertilización respectiva.

### MATERIALES Y METODOS

El experimento fue instalado en la Hacienda La Laguna, de la firma Alvarado y Jurado, en Curridabat, Costa Rica, a una latitud de 09° 53' N. y una longitud de 82° 51' O y una altitud de 1240 m sobre el nivel del mar. El suelo experimental corresponde a la Serie San José ondulados de origen fluvio lacustre (6).

Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1. El experimento fue iniciado el 7 de junio de 1971 habiéndose efectuado el abonamiento complementario para los tratamientos 1, 4, 6 y 8, el 11 de agosto del mismo año. Se escogió una parcela de café híbrido de 4 años de edad, con plantas bastante uniformes. Se utilizó

1 Recibido para su publicación el 31 de agosto de 1976.

\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

un diseño de bloques al azar con 8 tratamientos y cuatro repeticiones. Cada parcela experimental constó de 8 plantas y se dejaron los bordes correspondientes entre una parcela y otra. Como base general de abonamiento se aplicaron 50 g de N (como urea, 46% N) y 20 g de  $P_2O_5$  (como superfosfato triple, 46%  $P_2O_5$ ) por planta. El N se aplicó de manera fraccionada en tres aplicaciones, mientras que el P se aplicó de una sola vez al inicio del experimento, el 7 de junio.

**Cuadro 1. Tratamientos con KCl y  $K_2SO_4$  empleados en el ensayo**

Tratamientos	Fuente	Dosis de K (g/planta)
1	KCl (52%K)	20.8*
2	" "	20.8
3	" "	41.6*
4	" "	41.6
5	$K_2SO_4$ (44%K)	22.0*
6	" "	22.0
7	" "	44.0*
8	" "	44.0

\* Estas dosis fueron fraccionadas en dos aplicaciones, a saber, el 7 de junio y el 11 de agosto.

Una vez aplicados los tratamientos se efectuaron los muestreos foliares. Se recolectaron, para este objeto, hojas de segundos pares, de la parte central de las plantas y orientadas hacia los cuatro puntos cardinales. Después de la fertilización de junio, se efectuaron seis tomas de muestras. Se procedió de igual forma después de la fertilización de agosto, habiéndose recolectado un total de 12 muestras foliares.

Las muestras foliares fueron sometidas a los análisis correspondientes. Se usó una estufa a 70°C para el secado de las hojas, las cuales fueron pasadas luego por un molino Wiley provisto de una criba de 0.42 mm.

Para los análisis de K y S, las muestras fueron digeridas en húmedo con una mezcla de  $HNO_3$  y  $HClO_4$  en relación 5 a 1. El K fue determinado directamente en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer, modelo 303. Para la determinación de S se tomó una alícuota de 8 ml del extracto y se adicionaron 0.5 ml de  $LaCl_3$  al 5 por ciento y 1 ml de solución de

$BaCl_2$  al 15 por ciento. Después de agitar se dejó en reposo por cuatro horas y luego se centrifugó por 10 minutos y se decantó. El precipitado fue lavado 3 veces para eliminar el exceso de Ba. Se agregaron 10 ml de EDTA-Na (1 g de EDTA + 1 g de NaOH en 200 ml de agua bidestilada) para redissolver el precipitado. Se usó el espectrofotómetro de absorción atómica para la determinación correspondiente de Ba (6).

Para el análisis de Cl se pesó una muestra de 1 g en un crisol de 15 ml y, después de agregar y homogeneizar con 1 g de  $CaCO_3$ , se calcinó en una mufla a 600 C. El calcinado fue transferido a un erlenmeyer de 250 ml y disuelto con aproximadamente 50 ml de  $HNO_3$  (1+4). Se adicionaron luego 1 ml de  $AgNO_3$  0.1N y 3 ml de nitrobenzono y se agitó vigorosamente. Después de añadir 3 ml del indicador alumbre férrico se tituló con  $KSCN$  0.01 N hasta la aparición de un color marrón.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Concentración foliar de potasio

Los arbustos experimentales mostraron concentraciones normales de K en los segundos pares de hojas durante el tiempo que se mantuvo el ensayo. No obstante, el análisis del suelo mostró un valor alto de K (0.88 meq/100g de suelo) al inicio del experimento.

En la Figura 1 se muestra la variación en las concentraciones foliares de K durante el tiempo que duró el experimento. Los tratamientos con KCl y  $K_2SO_4$  mostraron iguales concentraciones de K foliar para las diferentes épocas de muestreo.

### Concentración foliar de azufre

En la Figura 2 se presentan las concentraciones de S en relación a las diferentes fechas de muestreos foliares y para cada uno de los tratamientos utilizados. Las concentraciones foliares de S fueron similares para todos los tratamientos, no habiéndose observado diferencias entre los tratamientos con KCl y con  $K_2SO_4$ , lo que concuerda con lo reportado por López (3).

En todos los casos el S mostró una tendencia descendente, variando de 0.23-0.26 por ciento, en el primer muestreo, hasta 0.11-0.13 por ciento en el séptimo muestreo. A partir de esta fecha, la concentración de este elemento se incrementó hasta los niveles encontrados al inicio del experimento, para luego decrecer en la última fecha de muestreo.

### Concentración foliar de cloro

Las concentraciones foliares de Cl en cafetos tratados con KCl y con  $K_2SO_4$ , se presentan en la Figura 3. En los tratamientos con  $K_2SO_4$  las concentraciones foliares de Cl se mantuvieron consistentemente más bajas que las correspondientes a los tratamientos con KCl. Las concentraciones tuvieron una tendencia decreciente, en este caso desde 0.08 por ciento al inicio del experimento hasta cerca de 0.04 por ciento en el muestreo final.

Un comportamiento muy diferente se encontró al analizar el contenido de Cl en los arbustos de café tratados con KCl. Los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron valores de 0.09 por ciento de Cl al inicio del experimento, los cuales se incrementaron con el tiempo hasta alcanzar cerca de 0.16 por ciento a las seis semanas después de aplicado el fertilizante. A partir de esta fecha las concentraciones mostraron una tendencia descendente para alcanzar un valor de 0.08 por ciento a los 100 días de aplicada la fertilización inicial. El tratamiento 3 (40 g de KCl por arbusto en junio y la misma cantidad en agosto), produjo una concentración de Cl de 0.19 por ciento seis semanas después de la fertilización inicial. Con la aplicación de 80 g de KCl por planta al inicio del experimento, (tratamiento 4), fue en donde se alcanzaron las concentraciones foliares más altas. Con esta aplicación, las plantas exhibían una concentración arriba de 0.20 por ciento a las dos semanas, y esta tendencia se mantuvo ascendiendo hasta alcanzar un valor máximo de 0.26 por ciento a los 68 días de la aplicación inicial. Cabe destacar que López (3) estableció un límite tentativo de toxicidad de 2000 ppm de Cl (0.20 por ciento) en hojas procedentes del cuarto par. A partir de los 68 días la concentración foliar decreció rápidamente, hasta llegar a 0.14 por ciento en el muestreo final. En el presente ensayo no se observaron síntomas visuales de toxicidad de Cl en ninguno de los tratamientos.

Se puede concluir que la fertilización potásica, en la localidad estudiada, puede efectuarse empleando tanto KCl como  $K_2SO_4$ . Únicamente en aquellos casos en que

se apliquen altas cantidades (mayores de 40 g de KCl por planta) puede ocurrir el riesgo de que los arbustos de café acumulen cantidades tóxicas de este elemento en las hojas.

Cabe anotar que en este trabajo los análisis se efectuaron, en todos los casos, en hojas provenientes del segundo par de las ramas de los cafetos, y que la toxicidad de Cl reportada por López (3) se refiere a análisis de muestras de hojas correspondientes a los cuartos pares, por lo que nuestros datos deben ser comparados con reserva con los del citado autor, ya que se desconoce si existe variación en el contenido de Cl entre los diferentes pares de hojas en las ramas del café.

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos fuentes de K, a saber KCl o  $K_2SO_4$ , en la concentración de K, S y Cl en hojas de arbustos de café, en condiciones de campo. Las hojas del segundo par fueron recolectadas semanalmente después de la fertilización potásica, y analizadas por K, S y Cl total.

Las concentraciones de K y de S no fueron afectadas por las fuentes empleadas. La concentración de Cl aumentó rápidamente después de la primera semana cuando se aplicó 80 g de KCl por arbusto. Después de la tercera semana, la concentración de Cl alcanzó los valores apuntados como tóxicos por otros investigadores (2000 ppm Cl). La concentración de este elemento se mantuvo arriba de 2400 ppm durante dos meses, ocurriendo después de este período una disminución marcada; no se observaron síntomas de toxicidad de Cl en estas plantas.

### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Agr. Fernando F. Terán Alvarado por la colaboración brindada al ceder un lote de la Hacienda La Laguna para realizar este estudio.

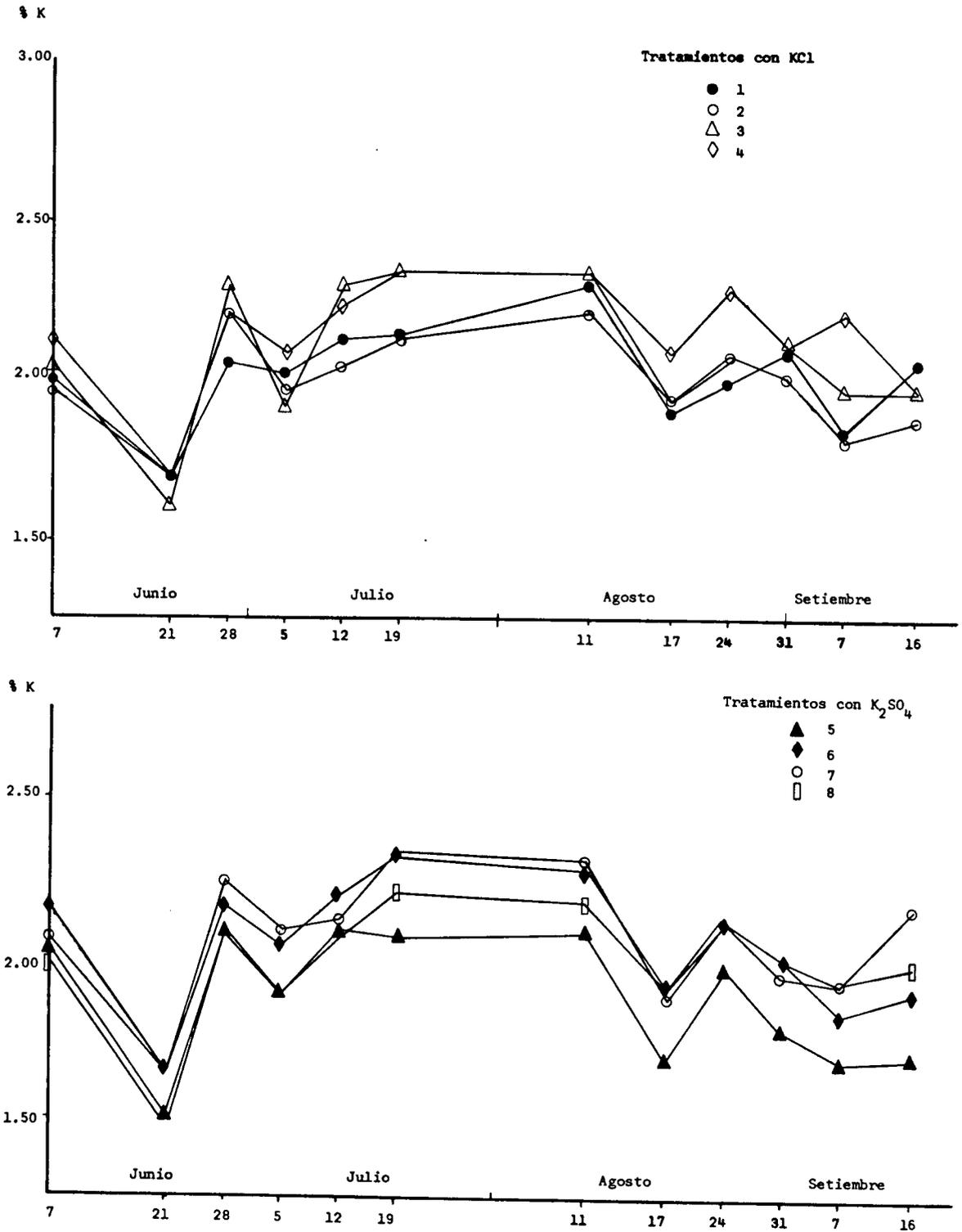


Fig. 1. Concentración foliar de potasio en cafetos después de la fertilización con KCl o  $K_2SO_4$ .

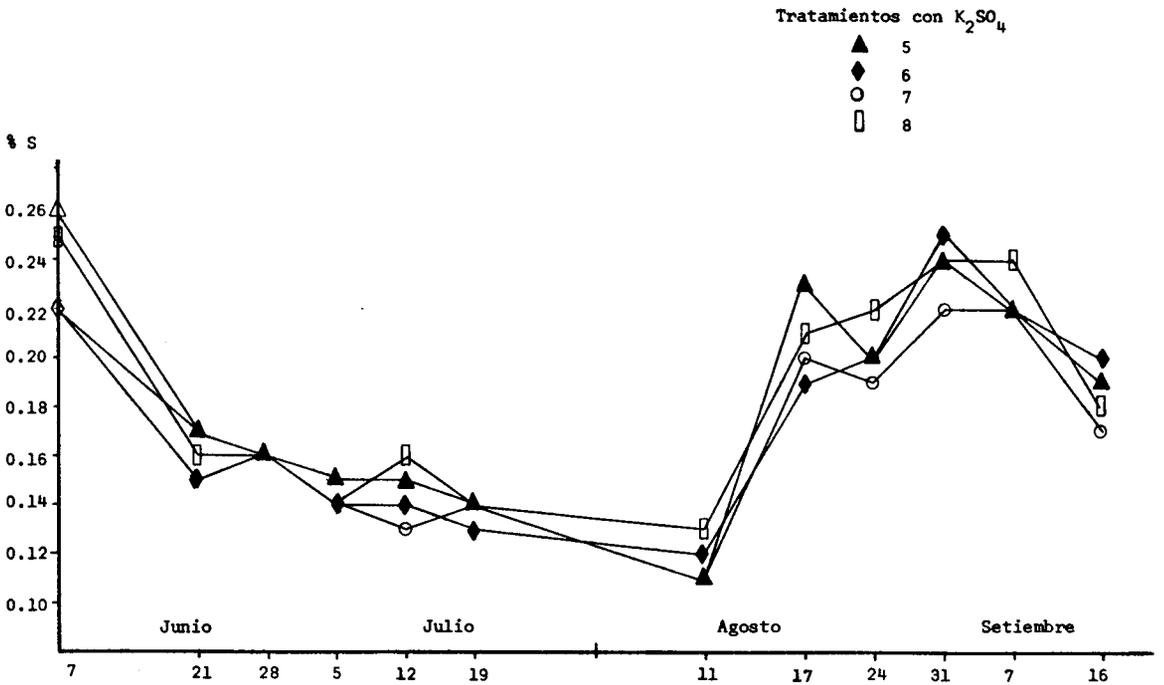
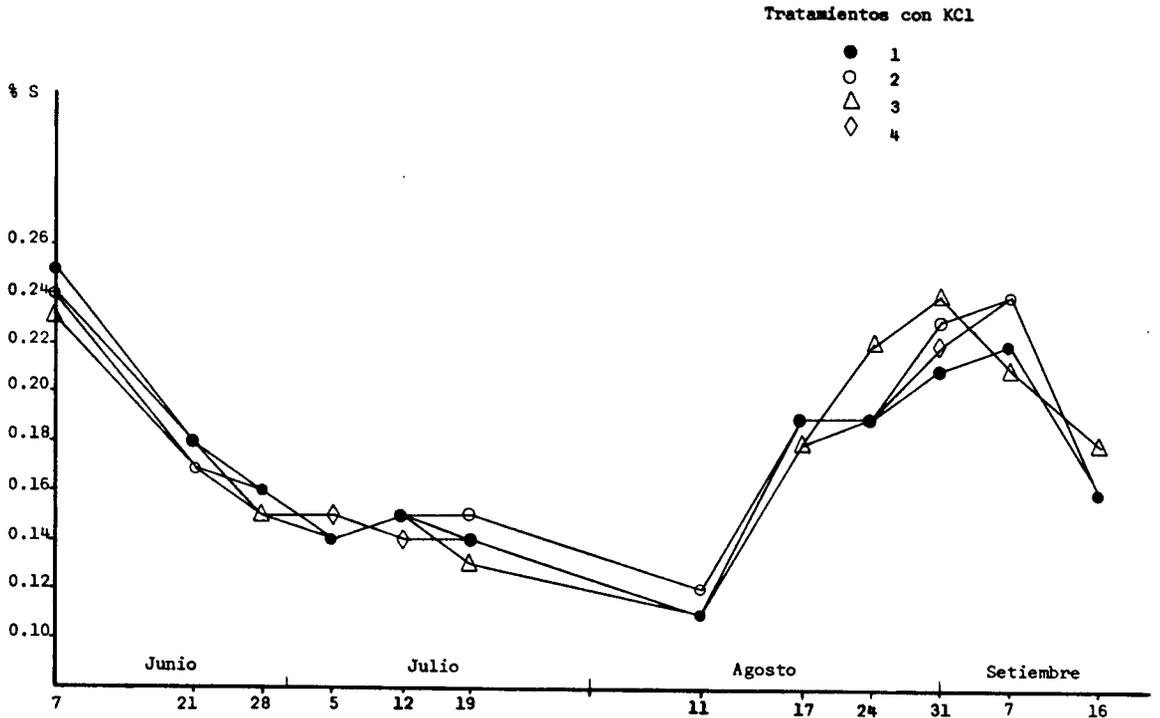


Fig. 2. Concentración foliar de azufre en caféto después de la fertilización con KCl o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

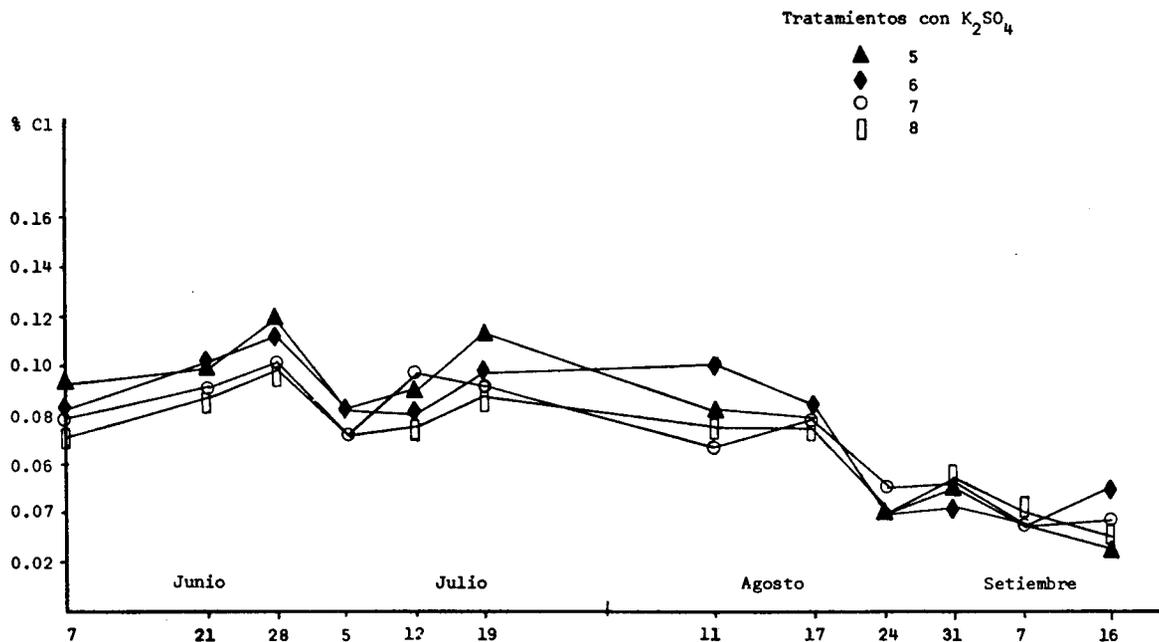
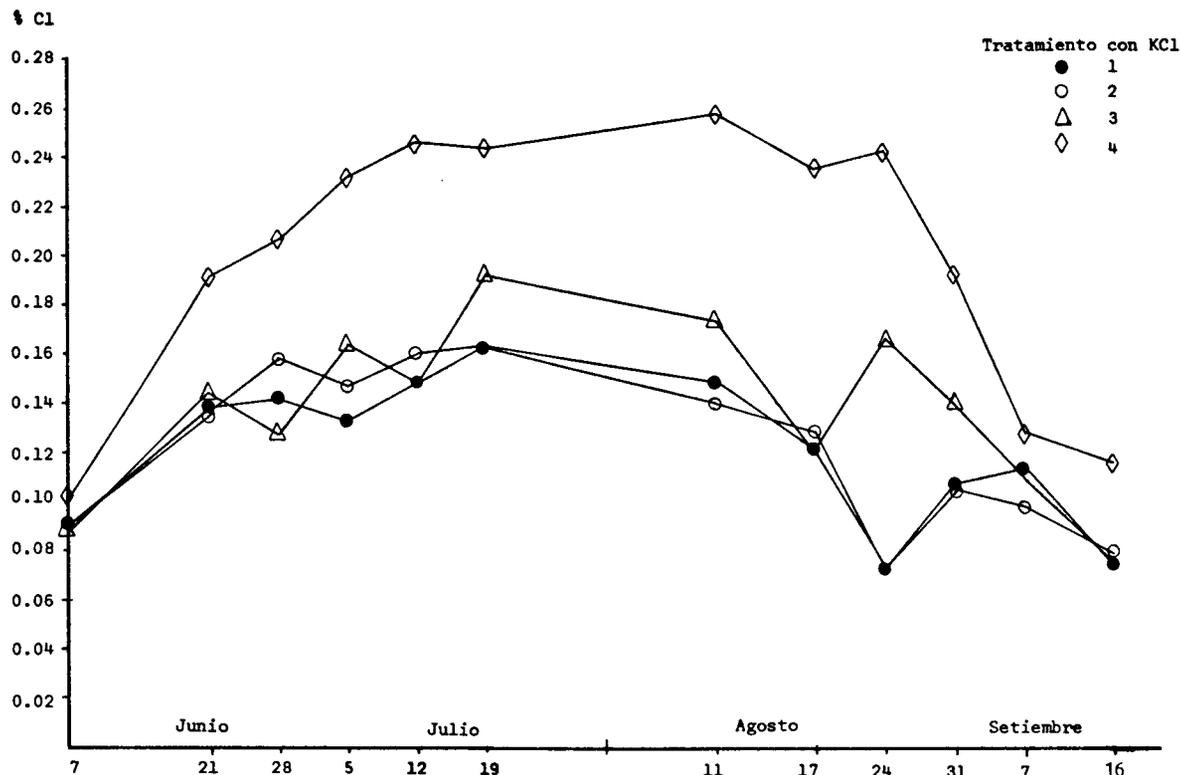


Fig. 3. Concentración foliar de cloro en cafetos después de la fertilización con KCl o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

## LITERATURA CITADA

1. FENN, L. B., OERTLI, J. J. y BINGHAM, F. T. Specific chloride injury in *Persea americana*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 617-620. 1970.
2. GOUNY, P. Observations on the responses of the plant to the presence of chloride ions. Potash Reviews 3/45, 13 p. 1973.
3. LOPEZ, A. M. Fertilización con cloruro y sulfato de potasio en plantaciones de café. Verificación de la absorción de iones K, Cl y S por medio de análisis foliares. Cenicafé 18: 47-54. 1967.
4. PANDE, R. M., SINHA, G. C. y MAJUNDER, P. K. Mango decline caused by cation and anion imbalance. Current Science 40: 356-357. 1971.
5. VARGAS, O. y TORRES, J. A. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico No. 22, p. 49-51. 1958.
6. WOLLIN, A. Microdetermination of total sulfur by atomic spectrophotometry. Atomic Absorption Newsletter 9: 43-45. 1970.