

## CONTENIDO Y VARIACION ESTACIONAL DEL AZUFRE EN SEIS CULTIVARES DE CAFE. (*Coffea arabica* L.)<sup>1</sup>

Carlos A. López \*  
Rafael T. Marvez \*\*

### ABSTRACT

**Seasonal variation of sulfur in coffee.** An experiment to study the seasonal variation of foliar sulfur content in six coffee cultivars was conducted in an established coffee field in Alajuela, Costa Rica. The study included Mundo Novo, Caturra, Villalobos, Híbrido Tico, Villa Sarchí and Typica cultivars.

Mean sulfur content (among cultivars) varied during the year from 0.130 to 0.257%, with the maximum accumulation peaks during pre bloom (March-April) and fruit maturing (October-November). The lowest foliar values were attained during and after harvest (January-February). Foliar analysis during bloom and post bloom periods (May-July) also yielded low sulfur contents.

Results showed differences among cultivars in the annual average sulfur contents, but the seasonal variation curves were very similar.

### INTRODUCCION

El contenido de azufre en las plantas varía considerablemente, de acuerdo con las diferentes especies. Esta variación puede justificar las grandes diferencias en cuanto a las cantidades de azufre que se han reportado como necesarias para la producción normal de varios cultivos.

Müller (4), revisando estudios de diferentes autores, indica que son escasos los informes de análisis foliar para azufre en plantas de café, en condiciones de campo y establece el nivel crítico cerca de 0,10% de azufre total o 200 ppm de azufre-sulfato.

En estudios sobre café Robusa, Foresteir y Beley (3), concluyeron que el límite crítico de deficiencia de azufre es de 0,16 por ciento variando los contenidos normales entre 0,18 por ciento y 0,26 por ciento de materia seca y siendo excesivos

los contenidos de 0,39 por ciento. Además, apuntan que la carencia de azufre es más marcada de abril a junio, durante la primera parte de la estación de las lluvias.

En estudios realizados en el campo con S<sup>35</sup> en cafetos de 4 años, Crocomo y Menard (2) demuestran la poca movilidad del azufre en la planta. A partir de las raíces el S<sup>35</sup> se distribuye a los demás órganos de la planta concentrándose preferentemente en las hojas más viejas.

Por no existir en la literatura curvas de variación estacional del elemento azufre en plantas de café, se decidió efectuar esta investigación cuyo principal objetivo es determinar, en condiciones de campo, el contenido y variación estacional del azufre en seis variedades de café (*Coffea arabica* L.).

### MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en Alajuela, Costa Rica, a una altitud de 1.000 msnm, con una temperatura media de 22°C y una precipitación anual de 1.500 mm. El área donde se efectuó el ensayo se encuentra influida por un clima mesotermal con una época seca definida que va de mediados de diciembre hasta principios de mayo. Los

1 Recibido para su publicación el 14 de marzo de 1985.

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

\*\* Ingeniero Agrónomo residente en Venezuela.

datos climatológicos correspondientes a los meses en que se efectuó el ensayo, se consignan en el Cuadro 1, y en el Cuadro 2 se presenta la caracterización físico-química parcial del suelo donde se llevó a cabo el experimento.

Las muestras foliares se recolectaron a intervalos de 30 días, tomando segundos pares de las ramas plagiotrópicas de la mitad inferior y superior de la planta. Los rendimientos de cosecha se muestran en el Cuadro 3.

#### Determinación química del azufre total.

Se siguió el método analítico propuesto por Wollin (5) utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer, modelo 303, equipado con lámpara de bario. El sulfato se precipita con cloruro de bario en presencia de cloruro de lantano y se disuelve luego en una solución de tetraacetato de sodio (EDTA-Na); la cantidad de bario se mide por espectrofotometría de absorción atómica.

Los datos estadísticos se programaron y luego se analizaron en el Centro de Cálculo Electrónico del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

### RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de variancia indica que existen diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados de enero a diciembre de 1977 en el Aeropuerto "Juan Santamaría".

Meses	Valores de lluvia total (mm)	Temperatura ambiente valores promedio (C)
Enero	0,3	22,9
Febrero	0,0	23,2
Marzo	3,1	23,7
Abril	102,5	24,1
Mayo	34,7	23,8
Junio	296,2	22,4
Julio	119,4	22,6
Agosto	146,1	23,7
Setiembre	428,3	21,9
Octubre	310,9	22,0
Noviembre	67,5	22,2
Diciembre	29,2	22,6

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Cuadro 2. Caracterización físico-química parcial del suelo donde se efectuó el experimento.

Análisis efectuado	Valor
Arena %	22,46
Limo %	42,36
Arcilla %	35,18
Nombre textural	Franco Arcillo Limoso
pH	5,1
Materia Orgánica %	6,4
P mg kg <sup>-1</sup>	4
K cmol (p+ ) kg <sup>-1</sup>	0,23
Ca cmol (p+ ) kg <sup>-1</sup>	5,83
Mg cmol (p+ ) kg <sup>-1</sup>	2,18
Al cmol (p+ ) kg <sup>-1</sup>	0,42
C.I.C. cmol (p+ ) kg <sup>-1</sup>	28,01
Cu mg kg <sup>-1</sup>	12
Zn mg kg <sup>-1</sup>	3
Mn mg kg <sup>-1</sup>	15
Fe mg kg <sup>-1</sup>	80

Solución KCl 1N. (Ca - Mg - Al).

Solución Olsen modificado (P - K - Fe - Mn - Zn - Cu).

Cuadro 3. Rendimiento de cosecha.

Variedad	F/ha/año	kg/ha/año	Rendimiento relativo %
Mundo Novo	47,55	12371	157
Caturra	42,77	11037	141
Villa Sarchí	39,98	10317	132
Híbrido Tico	37,24	9610	123
Villalobos	33,65	8648	111
Típica	30,29	7817	100

<sup>1</sup>F = Fanega = 400 litros

los contenidos de azufre total encontrados en las hojas analizadas, con respecto a las variedades estudiadas, a la posición de las hojas (mitad inferior, mitad superior) así como a los promedios mensuales del contenido de azufre total en el transcurso del año. No se observó diferencias significativas

Cuadro 4. Prueba comparativa de variedades (Duncan); el error estándar de la media es 0.0127.

Variedad	Azufre Total % X
Villa Sarchí	0,197
Caturra	0,194
Híbrido Tico	0,194
Mundo Novo	0,190
Villalobos	0,187
Típica	0,180

Cuadro 5. Niveles de suficiencia de azufre para la zona de Alajuela en seis variedades de café *Coffea arabica* L.).

Variedad	Marzo	Epoca Abril a Setiembre	Octubre
Mundo Novo	0,21*	0,17	0,22
Caturra	0,20	0,18	0,23
Villalobos	0,19	0,17	0,23
Híbrido Tico	0,20	0,18	0,23
Villa Sarchí	0,20	0,17	0,24
Típica	0,18	0,16	0,21

\*Porcentaje de azufre total.

en la forma de crecimiento (hijos de poda y libre crecimiento).

Las interacciones que mostraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) fueron variedad por forma de crecimiento, variedad por posición de las hojas, forma de crecimiento por posición de las hojas, posición de las hojas por meses y variedad por forma de crecimiento por posición de las hojas por meses.

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las interacciones; forma de crecimiento por posición de las hojas, forma de crecimiento por meses y forma de crecimiento por posición de las hojas por meses.

La variación de los contenidos de azufre total de las variedades durante un ciclo de doce meses presentó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

La Figura 1 ilustra los contenidos de azufre total en las diferentes variedades estudiadas durante un ciclo de 12 meses.

Las seis variedades tanto en la mitad superior como en la inferior mostraron curvas con tendencias similares, alcanzando los máximos contenidos de azufre total en los meses de marzo, octubre y noviembre. La mínima concentración de azufre total en las hojas de las plantas de café se determinó en los meses de enero, junio y julio. Cabe destacar que los contenidos de azufre total en la mitad superior, en todas las variedades superan a los contenidos de azufre total de la mitad inferior durante los meses de enero y julio.

De los datos experimentales que ilustran la presente investigación se destaca la importancia del estudio de la variación estacional del azufre como guía para la toma de muestras foliares, con el objeto de determinar el nivel de suficiencia de azufre en las seis variedades de café, y definir más claramente la época de adicionar los fertilizantes en el campo.

De los resultados de cosecha promedio de 10 años, tomados del Informe Anual del Departamento de Investigaciones en Café del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1) y de los presentados en el Cuadro 4 que corresponden a los porcentajes promedios anuales de azufre total para las seis variedades, se concluye que existen diferencias inter-varietales tanto en producción como en contenido de azufre. Respecto a los contenidos promedios de azufre de cada variedad la prueba Duncan coloca a las variedades Villa Sarchí, Caturra, Híbrido Tico, Mundo Novo y Villalobos en un mismo grupo sig-

Cuadro 6: Variación del contenido de azufre en función de la posición en la planta y del tejido.

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Mitad Superior	0,130*	0,157	0,257	0,174	0,184	0,164	0,180	0,200	0,220	0,197	0,234	0,224
Mitad Inferior	0,154	0,140	0,217	0,200	0,127	0,160	0,204	0,197	0,204	0,227	0,227	0,204

\*Porcentaje de azufre total promedio de los seis cultivares

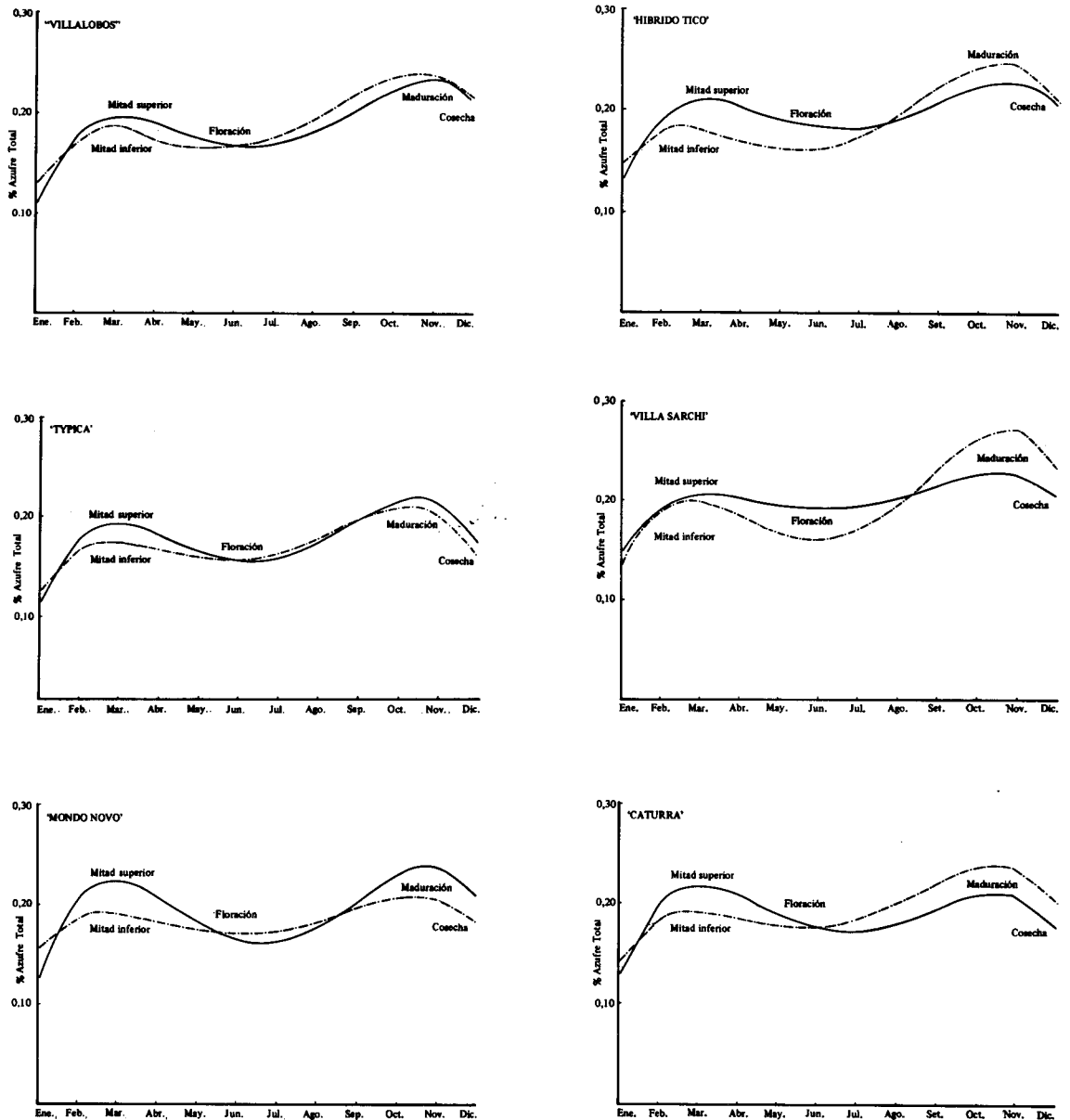


Fig. 1. Variación estacional del azufre total (%) en plantas de café.

nificativamente diferente de la variedad Típica. La variedad Mundo Novo, representativa del primer grupo, en los rendimientos de cosecha de 10 años obtuvo la producción más alta con 12,371 kg/ha/año siendo su contenido promedio anual de 0,190% de azufre total. La variedad Villa Sarchí, con una cosecha promedio de 10 años correspondiente a 10,317 kg/ha/año presentó el más alto contenido promedio anual de azufre total; también fue la de más alta producción. Las plantas de las variedades Villalobos y Típica, mostraron los más bajos rendimientos de cosecha promedio de 10 años, con 8,648 kg/ha/año y 7,817 kg/ha/año respectivamente, a su vez los menores promedios anuales de azufre total con 0,187 por ciento y 0,180 por ciento de azufre total.

Forestier y Beley (3) utilizando la tercera hoja de una rama de café Robusta, en condiciones de campo, establecieron el límite crítico de deficiencia de azufre en 0,16 por ciento y los contenidos normales de 0,18 por ciento a 0,26 por ciento en base seca. Estos valores concuerdan con los niveles de suficiencia encontrados en esta investigación.

El nivel crítico establecido por Müller (13) cercano al 0,10 por ciento de azufre ó 200 ppm de azufre-sulfato, discrepa de los niveles normales encontrados en este trabajo. El nivel de 0,10 por ciento de azufre total puede ser debido a una deficiencia inducida por la falta de agua.

El análisis mensual de las hojas de café de la mitad superior e inferior de las seis variedades, en el transcurso de un año, muestra que el contenido de azufre total varía en función de los diferentes procesos fisiológicos que ocurren dentro de la planta, observándose que el mayor acúmulo ocurre en la mitad superior a la prefloración en todas las variedades.

Los resultados experimentales que se presentan en la Figura 1, denotan con claridad que los contenidos de azufre total en la mitad superior e inferior de las seis variedades, exhiben curvas cualitativamente similares, si bien en lo cuantitativo existen discrepancias.

Los resultados coinciden con lo que teóricamente debería esperarse de individuos de constitución genética parecida. Se encontró que los contenidos de azufre total en la mitad superior como en la inferior de las seis variedades, presentan dos cimas de máxima acumulación en los meses de marzo y octubre, las cuales corresponden a los períodos de diferenciación de las yemas florales y a

la pre-maduración del grano, disminuyendo progresivamente en la primera y continuando a través de la antesis hasta el receso post-floracional y en el otro en la maduración y cosecha. Se notó, asimismo, en todas las variedades estudiadas, que los menores contenidos de azufre se presentaron en las primeras dos semanas del mes de enero, siendo los contenidos de la mitad inferior mayores que los de la mitad superior.

Cabe destacar que, en las seis variedades de café, los contenidos de azufre total en la mitad superior son mayores que los contenidos en la mitad inferior en el período de enero a mayo (pre-floración y floración).

En las variedades Caturra, Híbrido Tico, Villa Sarchí y Villalobos, los contenidos de la mitad inferior son mayores que los de la mitad superior en los períodos de pre-maduración y maduración.

Es de interés mencionar que los contenidos de azufre total en la mitad inferior de las variedades Mundo Novo y Típica, correspondientes al receso post-floracional, en los meses de junio a agosto, son mayores a los contenidos de la mitad superior, pero luego a finales de agosto y setiembre disminuye el acúmulo en la mitad inferior, manteniéndose más bajo que en la mitad superior, durante toda la maduración y cosecha. Esta tendencia no se observa en el resto de las variedades.

Se observa en todas las variedades, que los picos máximos de acumulación de azufre corresponden al mes de octubre (período de pre-maduración del grano) y se destaca que los valores de las curvas de la mitad inferior de las variedades Villa Sarchí, Caturra, Híbrido Tico y Villalobos son superiores a los valores de las curvas de la mitad superior de las mismas variedades.

Con base en los gráficos se concluye que la variación estacional del azufre en las seis variedades de café estudiadas, sigue una misma tendencia asociada con las alteraciones metabólicas naturales; por lo cual si estos resultados se usan como guía de la mejor época para aplicar fertilizantes azufrados, debe tomarse en cuenta que la acumulación de azufre por las plantas de café depende de los estados fisiológicos y que éstos a su vez tienen que ver con la estación. Por tal efecto, el calendario sólo tiene importancia al momento de efectuar las observaciones experimentales, habida cuenta de que los períodos específicos de desarrollo pueden caer en fechas muy distintas según la situación geográfica y ecológica y es obvio que el

clima varía dentro de ciertos límites, de un año con respecto a otro.

Se concluye que los datos obtenidos, permiten establecer niveles de suficiencia de azufre por época para cada variedad o grupo de variedades, según se observa en los Cuadros 5 y 6.

### RESUMEN

Se estudió la variación estacional del contenido foliar de azufre en seis cultivares de café, en una plantación establecida, situada en Alajuela, Costa Rica. Los cultivares estudiados fueron Mundo Novo, Caturra, Villalobos, Híbrido Tico, Villa Sarchí y Typica.

El contenido promedio de azufre (entre cultivares) varió en el transcurso del año, de 0,130 a 0,257%, con picos de máxima acumulación en prefloración (marzo-abril) y maduración (octubre-noviembre). Los menores valores de azufre foliar se obtuvieron durante y después de la cosecha (enero-febrero). Los análisis foliares realizados durante los períodos de floración y posfloración (mayo-julio) también mostraron tenores bajos de azufre.

Se encontró diferencias entre cultivares en el contenido promedio anual de azufre, aunque las curvas de variación estacional fueron muy similares entre ellos.

### LITERATURA CITADA

1. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Informe Anual de Labores. Dep. de Invest. en Café, M.A.G. San José, Costa Rica, 1968. 35.
2. CROCOMO, O.J. y MENARD, L.N. Estudio sobre la distribución del S en el cafeto (*Coffea arabica* L.) *Agronomía* 14 (44):94-104. 1961.
3. FORESTIER, J. y BELEY, J. Teneurs en soufre et en oligoéléments des feuilles du caféir Robusta en Lobaye (R.C.A.). *Café, Cacao, Thé* 10(1): 17-27. 1966
4. MULLER, L.E. Nutrition of fruit crops, Coffee Nutrition, Cap. XXII Somerset Press. Inc., Somerville, New Jersey, 1966.
5. WOLLIN, A. Microdetermination of sulfur by atomic absorption spectrophotometry. *Atomic Absorption. Newsletter* 9(2):43-45. 1970.