

INFLUENCIA DEL ENCALAMIENTO EN LA PRODUCCION DE CAFETALES ESTABLECIDOS

Germán Valencia-Aristizábal*
Eduardo de Jesús Bravo-Grijalba**

INTRODUCCION

En cafetales cultivados en suelos derivados de cenizas volcánicas, no se conocen estudios completos del efecto del encalamiento en la producción de café.

En ensayos realizados en Cenicafé (4, 5) se ha demostrado que por la alta capacidad buffer de la mayoría de los suelos cafeteros, ocurren en éstos, pocos cambios de pH, pero, con el uso continuado de compuestos amoniacales, superfosfatos y fórmulas fertilizantes del tipo 12-6-24, ha ocurrido una disminución del calcio intercambiable.

En estudios en almácigos, Suárez De C. y Rodríguez (13), obtuvieron los mayores pesos secos en el testigo y en las aplicaciones mínimas de cal (hasta una tonelada de Ca(OH)_2 por ha), y cuestionaron el valor del encalamiento en los cafetales.

El encalado en Brasil es una práctica corriente en los cafetales; Moraes (8) reporta aumentos de 50% en la producción de café con el uso de cal en suelos de pH 4 a 4,5 y Pereira y Santinato (10), en Minas Gerais, también obtuvieron mayores producciones con aplicaciones de cal. En estudios en Paraná (3) lograron la mayor producción de café con 2,5 toneladas de cal por hectárea. Mello (7) anota, sin embargo, que el exceso de cal puede ser perjudicial para el cafeto.

* Jefe de la Sección de Fitofisiología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Asistente de la Sección de Química Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Es factible que con el uso de cal se logren normalizar situaciones de deficiencia de Zn y de Fe o de exceso de Mn y de Al que pueden estar ocurriendo en cafetales establecidos al sol y que se fertilizan repetidamente con dosis masivas de fertilizantes. De acuerdo con Baeyens (2), aplicaciones de altas dosis de potasio en suelos ácidos liberan tanto aluminio que lo hacen nocivo y se hace necesario el encalamiento, lo mismo que cuando hay problemas de toxicidad de manganeso.

Entre las conclusiones del Primer Coloquio de Suelos de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (12), se anota que la corrección de la acidez del suelo en términos de aplicación de cal, no debe basarse en buscar un aumento de pH, sino en disminuir el efecto del aluminio y del manganeso intercambiables.

De acuerdo con lo anotado, es factible que los cafetales al sol fertilizados continuamente con fórmulas ricas en fósforo y en potasio presenten al final de un ciclo de producción, problemas debidos a niveles altos de Al o de Mn o a deficiencias de Zn, puesto que muchos de los suelos cafeteros colombianos contienen más de 100 ppm de Mn fácilmente reducible y más de 1 me de Al intercambiable.

De acuerdo con algunos análisis de suelos y de hojas, solicitados al laboratorio de Análisis de la Sección de Fisiología de Cenicafé, es muy probable que se estén presentando toxicidades de Al o de Mn, en lugar de deficiencia de Zn, y hay indicios además de que en café es muy similar la sintomatología de toxicidad de Mn y la sintomatología de deficiencia de Zn (9).

El estudio cuyos resultados se presentan, se planeó con el objetivo de verificar el efecto del encalamiento de cafetales establecidos, en la producción de café, mediante registros de cosecha, análisis de hojas y análisis de suelos, para ver los cambios que podrían provocarse tanto en pH como en el contenido de calcio, magnesio, aluminio y manganeso intercambiables y en los niveles de Zn, Fe, Al, Mn en las hojas.

MATERIALES Y METODOS

El lote experimental fue sembrado en octubre de 1966 con la variedad Caturra, a una distancia de dos metros entre plantas.

La fertilización que recibió el lote consistía en cuatro aplicaciones anuales de 150 gramos de 12-12-17-2 y 50 gramos de urea por árbol. En diciembre de 1974 se "recepó" la plantación y se inició la aplicación de los tratamientos a estudiar:

1. Aplicación de 12-12-17-2 más urea, conforme venía fertilizándose el lote.
2. Igual que en 1, más 250 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por árbol por año.
3. Igual que en 1, más 500 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por árbol por año.
4. Aplicación de 250 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por árbol por año.
5. Aplicación de 500 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por árbol por año.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un árbol por parcela y 32 replicaciones. Semestralmente se efectuó un muestreo de hojas para la determinación de los constituyentes minerales y anualmente se hizo un muestreo de suelos (una muestra compuesta para cada tratamiento) para los análisis de caracterización.

Se registró durante cuatro cosechas el peso del café cereza producido y en éste se determinó el porcentaje de pasilla para estimar la calidad de la producción.

RESULTADOS

En la tabla 1 se dan los datos de producción por tratamiento para cada uno de los cuatro años de registros (julio a junio) y el total de los cuatro años.

Estudiados matemáticamente los resultados de producción se encontró que no había diferencias significativas entre el tratamiento 1 (testigo) y el promedio de los otros cuatro tratamientos que habían recibido cal, con excepción de la cosecha de 1979, donde hubo una producción estadísticamente superior en el testigo, como se aprecia en la tabla 2.

En los cuatro tratamientos, excluido el testigo, se separaron los efectos del fertilizante y de la cal, como se muestra en la tabla 3; puede apreciarse que en 1979 el fertilizante produjo un aumento significativo de la producción y que la cal no influyó en la producción. Los dos efectos fueron además independientes.

En la tabla 4, se presentan los porcentajes de pasilla obtenidos en muestreos realizados en cuatro épocas diferentes de cosecha. Estos valores no se vieron afectados por los tratamientos en estudio y solamente se observó variación entre épocas de muestreo; generalmente se encuentran valores mayores al comienzo y al final del período de cosecha, el cual, para la zona del experimento está comprendido aproximadamente entre septiembre y diciembre.

Como entre los muestreos de hojas efectuados no se encontraron entre los constituyentes minerales, variaciones atribuibles a efecto de los tratamientos en estudio, los datos se manejaron para obtener los valores promedios de aquellos constituyentes.

TABLA 1.- PRODUCCION POR TRATAMIENTO (KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA) PARA CUATRO AÑOS Y TOTAL.

Tratamientos	Producción (Julio de 1976 a Junio de 1980)				
	Jul./76	Jul./77	Jul./78	Jul./79	Total
	Jun./77	Jun./78	Jun./79	Jun./80	
1. 12-12-17-2 + úrea	2.188	5.929	3.650	9.188	20.955
2. 12-12-17-2 + úrea + 250 g de cal/árbol/año	2.012	5.100	3.438	7.613	18.163
3. 12-12-17-2 + úrea + 500 g de cal/árbol/año	2.487	6.012	3.863	8.725	21.087
4. 250 g de cal/árbol/año	2.437	5.663	3.575	6.663	18.338
5. 500 g de cal/árbol/año	2.387	5.550	2.050	6.963	16.950

TABLA 2.- COMPARACION MATEMATICA DE LA PRODUCCION (Kg DE CAFE CEREZA POR ARBOL) EN CUATRO AÑOS ENTRE EL TRATAMIENTO TESTIGO Y EL PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS CON CAL.

Tratamientos	1976	1977	1978	1979
Testigo (1)	3,55	11,72	7,25	17,79
Promedio de tratamientos con cal (2 - 3 - 4 - 5)	3,59	10,46	6,54	13,38**
D.M.S. (0,05) (0,01 para/79)	1,19	1,69	1,64	3,38

TABLA 3.- COMPARACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE Y DE LA CAL EN LA PRODUCCION DE CAFE (Kg DE CAFE CEREZA POR ARBOL) EN CUATRO COSECHAS.

Tratamientos	1976	1977	1978	1979
Sin fertilizante (4 y 5)	3,72	10,52	6,04	12,70
Con fertilizante (2 y 3)	3,47	10,41	7,05	15,19**
Cal 250 kg/ha (2 y 4)	3,41	10,10	6,68	13,34
Cal 500 kg/ha (3 y 5)	3,78	10,83	6,41	14,54
D. M. S. (0,05)	1,06	1,51	1,47	2,29

TABLA 4.- PORCENTAJE DE PASILLA POR TRATAMIENTO EN CINCO MUESTREOS.

Tratamientos	‰ de pasilla				
	Diciembre 1977	Enero 1978	Octubre 1978	Septiembre 1979	Octubre 1979
1. 12 - 12 - 17 - 2 +úrea	12,4	22,2	2,1	7,8	5,1
2. 12 - 12 - 17 - 2 +úrea + 250 g de cal/árbol/año	7,2	19,2	2,3	6,9	1,2
3. 12 - 12 - 17 - 2 +úrea + 500 g de cal/árbol/año	8,7	20,3	4,3	6,0	2,0
4. 250 g de cal/árbol/año	9,0	16,7	4,6	6,8	2,3
5. 500 g de cal/árbol/año	11,6	18,2	3,3	6,8	1,1

En la tabla 5, se dan los valores originales y los datos transformados a un ángulo cuyo seno es la raíz cuadrada del porcentaje. Estas cifras se encuentran agrupadas para ver el efecto del fertilizante y de la cal.

En ningún caso se encontró efecto significativo de la cal y únicamente el nitrógeno y el fósforo recibieron influencia de la fertilización así: el nivel de nitrógeno fue mayor en las hojas de las plantas fertilizadas y en el caso del fósforo, el mayor contenido se presentó en las plantas que no habían recibido fertilizante.

En la tabla 6, se presentan los resultados de los análisis de caracterización de muestras de suelos tomadas anualmente, inmediatamente antes de cada nueva aplicación de cal. En esta tabla, cuyos datos están agrupados según tratamientos con cal, puede notarse lo siguiente: el pH y el calcio aumentaron progresivamente con la dosis anual de cal, hasta llegar a valores no deseables para el café al aplicar reiteradamente este producto. El aluminio mostró una relación inversa con la cantidad de cal empleada. El magnesio en el suelo mostró niveles muy bajos, pero se incrementó con el uso reiterado de la cal. El manganeso mostró una disminución lenta por adiciones de cal al suelo. Las bases totales mostraron una ligera tendencia a aumentar cuando se uso cal.

Los demás elementos analizados tuvieron variaciones no atribuibles a efecto de tratamientos. Entre estos elementos se destacan los altos niveles de hierro y de fósforo encontrados.

TABLA 5.- EFECTO DEL FERTILIZANTE Y DE LA CAL SOBRE LA COMPOSICION FOLIAR. DATOS PROMEDIOS TRANSFORMADOS Y ORIGINALES PARA LOS PORCENTAJES.

Niveles de los factores	Elementos															
	0/0 N		0/0 P		0/0 K		0/0 Ca		0/0 Mg		Al Mn Zn B Cu Fe					
	Transf.	Originales	Transf.	Originales	Transf.	Originales	Transf.	Originales	Transf.	Originales	p p m					
Sin fertilizante	8,76	2,23	2,10	0,134	7,15	1,56	6,15	1,16	3,10	0,30	50	141	10,21	47	16	95
Con fertilizante	9,09	2,50	2,02	0,125	7,29	1,63	5,88	1,06	3,04	0,28	50	160	9,13	38	14	89
D.M.S. (0,05)	0,21		0,05		0,34		0,32		0,18		8	26	1,92	8	2	14
Cal 250 k/ha	8,97	2,44	2,06	0,130	7,20	1,58	5,97	1,10	3,08	0,29	49	153	9,69	43	15	93
Cal 500 k/ha	8,88	2,39	2,07	0,130	7,24	1,61	6,06	1,12	3,05	0,29	51	148	9,66	42	15	91
D.M.S. (0,05)	0,21		0,05		0,34		0,32		0,18		8	26	1,92	8	2	14

TABLA 6.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION DE MUESTRAS DE SUELOS TOMADAS INMEDIATAMENTE ANTES DE CADA NUEVA APLICACION DE CAL. DATOS AGRUPADOS SEGUN DOSIS DE CAL.

Muestreo	Tratamientos (g cal/árbol/año)	pH	me / 100 g						p p m			
			Al	Ca	Mg	K	Bases T.	C.I.C.	Fe	Mn	Zn	P
Dic./75	0	3,6	4,2	1,2	0,45	0,57	6,5	13,7	727	18,5	3,7	154
	250	4,5	2,7	2,2	0,45	0,47	5,9	14,1	686	16,5	4,5	157
	500	4,8	1,8	3,2	0,53	0,48	5,6	13,9	654	16,0	4,6	133
Dic./76	0	3,7	3,8	1,7	0,65	0,59	6,8	15,9	742	23,2	9,9	123
	250	4,4	1,7	3,6	0,78	0,54	6,8	16,6	708	21,1	17,9	224
	500	4,9	1,4	4,9	0,83	0,52	7,3	17,8	519	16,5	11,0	172
Dic./77	0	4,2	3,2	1,4	0,50	0,50	5,8	13,6	678	16,3	5,6	134
	250	5,3	0,9	4,4	0,80	0,57	6,9	13,2	525	15,0	10,2	106
	500	6,0	0,1	7,4	0,90	0,61	9,1	13,5	444	13,8	7,7	105
Dic./78	0	4,5	1,8	1,8	0,70	0,60	5,0	13,8	1.005	21,0	5,6	263
	250	5,6	0,2	6,1	1,20	0,61	8,3	14,5	833	17,9	6,5	234
	500	6,3	0,0	9,8	1,30	0,66	11,8	13,2	751	15,2	5,4	222
Dic./79	0	4,3	2,7	1,6	0,60	0,56	2,9	13,8	765	17,5	10,4	198
	250	5,6	0,2	8,0	1,20	0,66	10,0	14,8	496	12,8	9,0	194
	500	6,3	0,0	12,4	1,40	0,90	14,9	14,5	348	13,0	9,1	171

DISCUSION Y CONCLUSIONES

De los resultados que acaban de presentarse, se destacan los siguientes: solamente después de cinco aplicaciones de cal se obtuvieron diferencias en producción, pues únicamente en la cuarta cosecha el testigo (sin cal) produjo significativamente más café que el promedio de los tratamientos que habían recibido cal.

Este resultado a pesar de no coincidir con los obtenidos en Brasil (3, 8, 10), que refieren importantes aumentos en la producción de café con el uso de la cal, si demuestra un efecto benéfico del uso de la cal en cafetales establecidos, pues hasta cuatro aplicaciones de cal sola, mantienen producciones similares a las de las parcelas con fertilizante completo, durante tres cosechas.

Ya en la cuarta cosecha, la cal sola dió producciones inferiores, lo cual indica que su excesivo uso no es conveniente, como lo anota Mello (7). El hecho de no haberse encontrado diferencias significativas atribuibles a efecto de tratamientos con cal en los registros de porcentaje de pasilla ni en el contenido de minerales foliares, cuyos valores en todos los muestreos de hojas realizados estuvieron dentro de los niveles "normales" dados por Valencia y Arcila (15), confirma el efecto benéfico del uso de la cal agrícola en los cafetales y sugiere que por acción de ésta deben haber ocurrido cambios importantes en el aspecto químico del suelo, como efectivamente ocurrió: hubo aumento de pH, de magnesio y de calcio intercambiables, de bases totales y hubo disminución de aluminio y de manganeso intercambiables y de hierro soluble.

En Puerto Rico (1, 17), con aplicaciones de cal al suelo han logrado disminuir el aluminio intercambiable y se ha logrado corregir la toxicidad de manganeso en café (16); sin embargo, Pérez (11) anota que en las condiciones predominantes en Puerto Rico, no parece necesario hacer aplicaciones liberales de cal.

En Colombia, el encalado no debe hacerse en suelos con pH mayor de 5,5 (5, 12) y López (5) agrega que debe encalarse un suelo cuando posee 1,0 me de aluminio de cambio o más. Malavolta et al (6) estiman que el tenor adecuado de calcio en el suelo debe ser de 4,0 me. Valores cercanos a estos niveles deseables o normales para el cafeto se lograron en las condiciones del experimento con 250 gramos de cal por árbol por año, durante tres años, valores que se obtuvieron en el muestreo de diciembre de 1977.

Esta dosis de cal, que corresponde a 625 kilogramos por hectárea por año, es sensiblemente inferior a la dosis de fertilizante compuesto (1.500 kilogramos) más urea (500 kilogramos) por hectárea por año que se aplicó en el lote.

Sería entonces, la aplicación de cal, en substitución de un abonamiento, una forma de reducir los costos de la fertilización de cafetales en muchas regiones del país en donde los suelos son ricos en aluminio y manganeso intercambiables y con pH inferior a 5,5.

Los resultados que acaban de discutirse abren un amplio campo de posibilidades investigativas en las que deben incluirse el silicato de calcio y las escorias básicas (14), y la cal dolomítica (12), teniendo en cuenta que los suelos con bajo contenido de manganeso no se deben encalar aunque su pH sea bajo (1).

RESUMEN

Se realizó un estudio con el objetivo de verificar el efecto del encalado en cafetales establecidos sobre la producción de café, sobre el contenido de minerales en las hojas y en los cambios químicos que pudieran ocurrir en el suelo.

Antes de este estudio, el cafetal se venía fertilizando con cuatro aplicaciones anuales de 150 gramos de 12-12-17-2 y 50 gramos de urea por árbol. En diciembre de 1974 se "recepó" la plantación y se inició la aplicación de los tratamientos a estudiar:

1. Aplicación de 12-12-17-2 más urea, conforme venía fertilizándose el lote (testigo).
2. Igual que en 1, más 250 gramos de Ca(OH)_2 por árbol por año.
3. Igual que en 1, más 500 gramos de Ca(OH)_2 por árbol por año.
4. Aplicación de 250 gramos de Ca(OH)_2 por árbol por año.
5. Aplicación de 500 gramos de Ca(OH)_2 por árbol por año.

Se registró durante cuatro cosechas el peso del café cereza producido y en este se determinó el porcentaje de pasilla para estimar la calidad de la producción. Se encontró que no hay diferencias significativas entre el testigo y el promedio de los otros cuatro tratamientos que habían recibido cal, con excepción de la cosecha de 1979, donde hubo una producción estadísticamente superior en el testigo. Fue muy importante el hecho de que en tres cosechas los tratamientos con cal dieran producciones similares al testigo.

En los cuatro tratamientos, excluido el testigo, se separaron los efectos del fertilizante y de la cal; el fertilizante produjo en 1979 un aumento significativo de la producción y la cal no la afectó. Estos efectos fueron independientes.

El porcentaje de pasilla no se vió afectado por los tratamientos en estudio y sólo se observó variación entre épocas de muestreo; generalmente se encuentran valores mayores al comienzo y al final del período de cosecha.

El contenido foliar de nitrógeno aumentó y el de fósforo disminuyó con el uso de fertilizante.

Con el uso de la cal aumentaron en el suelo el pH, el calcio y el magnesio intercambiables y disminuyeron el aluminio y el manganeso, hasta valores convenientes para el café, cuando se aplicaron 250 gramos de cal por árbol por año durante tres años. Estos cambios provocados por la cal explican las ventajas de su uso en cafetales.

SUMMARY

The present study was done in order to verify the effect of liming on coffee yield, leaf mineral content, and the chemical changes which might occur in the soil.

Previous to this study, the coffee trees were fertilized with four fertilizer applications per year at a rate of 150 grams of 12-12-17-2 and 50 grams of urea per tree. In december 1979 the plantation was stumped and the following treatments were applied:

1. Application of 12-12-17-2 plus urea, as the plot was being fertilized (check).
2. Same as number 1., plus 250 grams of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per tree per year.
3. Same as number 1., plus 500 grams of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per tree per year.
4. Application of 250 grams of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per tree per year.
5. Application of 500 grams of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per tree per year.

For four harvest seasons the weight of cherry coffee produced was recorded and the percentage of dry cherries was determined, in order to estimate the quality of the crop.

It was found that there are no significant differences in yield between the check plots and the average of the other four treatments which included lime, with the exception of the harvest of 1979 in which a higher statistical difference recorded on the check plots was found. It is important to emphasize the fact that in three crops the plots treated with lime yielded similarly as the checks.

Excluding the information from the check plots, the results of the four treatments allow to separate the effects of both fertilizer and lime. In 1979 the fertilizer produced a significant increment in yield which in turn was not affected by lime. Both the lime and the fertilizer effects were independent.

The records of dry cherries were not affected by the treatments under study and the only variation detected was the one between periods of sampling. Generally speaking, higher

records of dry cherries are found at the beginning and the end of the harvest season.

The leaf contents of nitrogen increased whereas the one of phosphorus decreased by the use of the fertilizer.

By applying lime there was an increase in the values of pH, calcium, interchangeable manganese, and a decrease in the content of aluminum and manganese up to values which are desirable for the coffee tree, when 250 grams of lime were applied per tree, per year during a period of three years. The changes caused by the application of lime explain the advantages of its use in coffee plantations.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; BECERRA, L. A.; LUGO B., R. Effects of liming and foliar composition of high-yielding sunground coffee in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (Puerto Rico)* 49(4):413-428. 1965.
- 2.- BAEYENS, J. *Nutrition des plantes de culture*. Paris, Universidad de Louvaine, 1967. 678 p.
- 3.- FUNDACAO INSTITUTO AGRONOMICO DE PARANA. Londrina (Brasil). *Relatorio Técnico Anual 1977. Programa Café*. Londrina (Paraná). 1978. p. 87-102.
- 4.- LOPEZ, A., M. Cambios químicos que se operan en el suelo por la aplicación de diferentes fuentes y dosis de fertilizantes. Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1965. s.p. (Seminario presentado en Cenicafé).
- 5.- LOPEZ, A. M. Reacción del cafeto a aplicaciones de azufre. Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café. 1970. s.p. (Seminario presentado en Cenicafé).
- 6.- MALAVOLTA, E. Nutrição do cafeeiro. In: Krug, C. A. *Cultura e adubação do cafeeiro*. Sao Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa. 1963. p. 143-190.
- 7.- MELLO, F. de A. F. de. Efeito da calagem sobre a disponibilidade do fósforo do solo (Nota complementar). *Revista de Agricultura (Brasil)* 53(3):157-158. 1978.
- 8.- MORAES, F. R. P. de. Aumento da produtividade da cultura cafeeira. Efeito da fertilização do solo sobre a produção do café. *O Agrônomo (Brasil)* 18(5-6):7-8. 1966.
- 9.- PERALTA, M. E. Análisis de algunos minerales en hojas de café con y sin afección de café "macho". San José, Universidad Nacional de Costa Rica, 1952. 66 p. (Tesis).
- 10.- PEREIRA, J. E.; SANTINATO, R. Efeito de niveis de calagem em latosol vermelho amarelo humico do desenvolvimento do cafeeiro. In: *Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 6*. Ribeirao Preto. Brasil, 24-27 outubro 1978. Resumos. Sao Paulo. Instituto Brasileiro do Café. p. 377-380. 1978.
- 11.- PEREZ, E. R. El efecto de la acidez del suelo en la producción de café y medidas correctivas recomendadas. *Revista de Agricultura de Puerto Rico (Puerto Rico)* 44(2):93-97. 1965.

- 12.- SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. BOGOTA (COLOMBIA). Conclusiones Primer Coloquio de Suelos. Revista Suelos Ecuatoriales (Colombia) 3(1):307-309. 1971.
- 13.- SUAREZ DE C., F.; RODRIGUEZ G., A. Aplicación de cal en cafetos jóvenes. Revista Cafetera de Colombia (Colombia) 12(129):4294-4301. 1956.
- 14.- VALENCIA A., G.; ARCILA P., J. Efecto de la fertilización con N, P, K a tres niveles en la composición mineral de las hojas del café. Cenicafé (Colombia) 28(4):119-138. 1977.
- 15.- VEHARA, G.; KENG, J. Relaciones entre la mineralogía y el manejo de los suelos en la América Latina. 14 p. s.f. (mimeografiado).
- 16.- VICENTE-CHANDLER, J. El cultivo intensivo del café en Puerto Rico. Puerto Rico, Agricultural Experimental Station, 1969 (Bulletin N° 218).
- 17.- VICENTE-CHANDLER, J. Resultado de investigaciones en torno al cultivo intensivo del café en Puerto Rico. Agricultura al Día (Puerto Rico) 27 (5-6):18-33. 1971.