

DESCOMPOSICION BIOLÓGICA DE LEGUMINOSAS Y OTROS MATERIALES DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Senén Suárez-Vásquez

Ignacio Federico Carrillo-Pachón *

INTRODUCCION

Las leguminosas, por su capacidad natural de fijación simbiótica de nitrógeno, se consideran como una fuente de este elemento para otros cultivos. El aprovechamiento del nitrógeno fijado, proveniente del material vegetativo, depende en gran parte de su mineralización, proceso que ocurre durante la descomposición biológica.

Para la utilización práctica de leguminosas en cafetales al sol, es necesario conocer su comportamiento y efectos sobre la producción del cultivo, para establecer prácticas de siembra, épocas y métodos de aprovechamiento, como suplementos o sustitutos de la fertilización nitrogenada.

El presente ensayo hace parte de los estudios que realiza Cenicafé sobre uso y manejo de leguminosas en cafetales al sol. Se utilizó material vegetal en forma de mulch, a libre exposición solar, con el propósito de observar la velocidad y magnitud de la descomposición, y el aporte de nutrimentos de 3 leguminosas, comparadas con otros materiales orgánicos disponibles.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron hojas frescas de leguminosas y gramalote, hojas recién defoliadas y pulpa de café en cantidad de 150 g en base seca (tabla 1).

Para el experimento se utilizaron macetas de barro en el campo con 6 kg de suelo (Dystrandeps típico, derivado de cenizas volcánicas), a humedad de campo (28,8^o/o) y

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

TABLA 1.- MATERIALES ORGANICOS UTILIZADOS EN LA DESCOMPOSICION BIOLOGICA SOBRE SUELO EN MACETAS (150 g en base seca).

Nombre Científico	Nombre común	Material	0/o Humedad
Crotalaria anagyroides	Crotalaria	Hojas de plantas en floración	85,5
Crotalaria spectabilis	Crotalaria	Hojas de plantas en floración	78,4
Pueraria phaseoloides	Kudzú Tropical	Hojas de plantas en floración	71,4
Paspalum fasciculatum	Gramalote	Hojas de plantas en floración	75,5
Coffea arabica	Hojas de café caturra	Hojas recién defoliadas	46,2
Coffea arabica	Pulpa de café caturra	Inmediata al des-pulpado	89,0

pH 5,5. Sobre las macetas se colocaron cilindros metálicos de 20 cm de diámetro por 30 cm de alto y en el fondo, malla de alambre en contacto con el suelo. Dentro de los cilindros se colocó el material a descomponer.

Se hicieron análisis inicial y final de N, K, Ca y Mg, tanto al suelo como a los materiales utilizados y se observaron sus diferencias. Al suelo también se le determinó el pH y el contenido de materia orgánica.

Se instalaron recipientes para recibir el agua de lluvia infiltrada en cada una de las macetas y medir la cantidad de elementos lixiviados. La utilización de macetas es una modificación introducida a las metodologías de Jenny (5) y de Suárez de Castro (10).

Se instalaron termómetros de máxima y mínima: dentro del material orgánico; sobre la superficie del suelo en la maceta; y sobre la superficie del suelo en el campo.

Se registraron por 3 meses consecutivos las temperaturas y precipitaciones diarias. Se calcularon: la precipitación media, la oscilación media de temperatura y las temperaturas máxima y mínima medias en las macetas y en la superficie del suelo en el campo. También se instaló un pluviómetro en el área del experimento.

Se analizó el contenido de NO_3 , K, Ca y Mg lixiviados en las aguas de infiltración. Los nutrientes totales aportados en la mineralización de cada material en descomposición. se estimaron a partir de los análisis finales de suelos y los elementos lixiviados, previa corrección con base en el testigo (suelo solo).

Los materiales fueron pesados en el transcurso del experimento y la descomposición se estimó por la pérdida de peso de los materiales con relación a los 150 g iniciales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las temperaturas medias de la superficie del suelo, en el campo y en las macetas testigo, no variaron significativamente, lo que permite asegurar que las variaciones en los tratamientos se debieron a la descomposición de los diferentes materiales orgánicos.

La precipitación pluvial durante el experimento fué de 70 mm en el primer mes, 200 en el segundo y 310 mm en el tercero.

DESCOMPOSICION

Los resultados de la pérdida de peso de los materiales orgánicos se presentan en la tabla 2, y los datos sobre las temperaturas de descomposición, en la tabla 3.

Se observó una descomposición inicial muy rápida en las leguminosas, debido posiblemente a su alta concentración de nitrógeno (mayor de 3,60/o), a la abundancia de material fresco (humedad mayor del 780/o) y a que se presentó una temperatura adecuada para la actividad de los microorganismos responsables de su descomposición (1, 2, 4, 7).

TABLA 2.- PERDIDA DE PESO DE 150 g en base seca DE LOS MATERIALES ORGANICOS AGREGADOS SOBRE EL SUELO EN TRES MESES DE DESCOMPOSICION.

Tratamiento	Pérdidas			Total		Residuo	
	1º Mes 0/o	2º Mes 0/o	3º Mes 0/o	0/o	g	0/o	g
Crotalaria anagyroides	39,8	20,4	4,8	65,0	97,5	35,0	52,5
Crotalaria spectabilis	27,8	39,8	3,7	71,0	106,0	29,0	44,0
Pueraria phaseoloides	28,5	15,3	25,2	69,0	103,0	31,0	47,0
Paspalum fasciculatum	8,9	6,3	21,5	36,7	55,0	63,3	95,0
Hojas de café	19,9	13,8	9,3	43,0	64,1	57,0	85,9
Pulpa de café	47,4	13,6	5,4	66,4	99,6	33,6	50,4

La descomposición inicial de la pulpa de café fué todavía más rápida debido a la gran cantidad de carbohidratos (9) de fácil utilización por las bacterias del suelo, al contenido favorable de nitrógeno, 1,8^o/o y de humedad 89^o/o, para su descomposición (1, 2, 4, 7, 14).

Al segundo mes, las crotalarias y la pulpa habían perdido más del 60^o/o del peso seco inicial, y al final del tercer mes, continuaba una descomposición activa demostrada por el aumento de la temperatura del residuo, con relación a los testigos (tabla 3). Suárez y Rodríguez (10) encontraron bajo sombra una descomposición de 55^o/o, en 6 meses, de hojarasca de *Inga* sp.

Aunque las hojas de café fueron de bajo contenido de humedad, un 43^o/o del material se descompuso en los tres meses, lo cual tiene mucha significación práctica, por su contenido de elementos nutritivos y su relación natural con la plantación.

El gramalote fué el único material que sólo alcanzó una descomposición eficiente al final del tercer mes. Parece que necesita más humedad, y mayor concentración de nitrógeno para iniciar una buena descomposición.

No se observó efecto directo de la lluvia sobre la descomposición, pues si bien su aumento bajó la temperatura del suelo, las de los materiales aumentaron, indicando una vigorosa descomposición (tabla 3). Los resultados indican que bajo estas condiciones, el nitrógeno fué mineralizado rápidamente, aún con baja precipitación, debido a la reserva de humedad de los materiales utilizados.

TABLA 3.- TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS (PROMEDIO DE MAXIMAS DIARIAS) DE LOS MATERIALES ORGANICOS, DEL AMBIENTE Y DEL TESTIGO EN LA SUPERFICIE DEL SUELO.

Tratamiento	1 ^o Mes °C	2 ^o Mes °C	3 ^o Mes °C
Campo (ambiente)	36,1	34,2	32,3
Macetas testigo	37,9	34,3	33,9
<i>Crotalaria anagyroides</i>	37,9	38,6	38,7
<i>Crotalaria spectabilis</i>	37,6	38,3	39,6
<i>Pueraria phaseoloides</i>	36,6	32,7	34,7
<i>Paspalum fasciculatum</i>	38,2	30,7	36,0
Hojas de café	35,7	32,1	34,1
Pulpa de café	38,9	38,9	38,0

ANALISIS QUIMICO DE LOS MATERIALES ORGANICOS

El análisis químico de los materiales, al comienzo y al final del experimento, se presenta en la tabla 4.

Los niveles iniciales de N, K, Ca y Mg indicaron que las leguminosas contenían cantidades importantes de estos elementos nutritivos.

El aporte de N de las leguminosas fué de 4 g por 150 g/base seca en promedio, en los tres meses, con 70% de material descompuesto, y la concentración (0/o) de los residuos al final del experimento fué aproximadamente igual a la inicial, lo cual hace pensar que continuarían suministrando nitrógeno mineral al suelo después de los tres meses. Esta tendencia fué igual a la encontrada por Suárez y Rodríguez (10) en hojarasca de *Inga* sp.

El aporte de nitrógeno de los materiales no leguminosos fué muy bajo. La concentración final de nitrógeno (0/o) en el residuo aumentó en estos materiales, lo que indicó que eran bajos en este elemento y lo retuvieron dejando muy poco disponible para el cultivo.

TABLA 4.- CONTENIDO Y CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS DE 150 g en base seca DE LOS MATERIALES ORGANICOS, Y DE SUS RESIDUOS A LOS TRES MESES DE DESCOMPOSICION.

Nombre		Nitrógeno		Potasio		Calcio		Magnesio	
		mg	0/o	mg	0/o	mg	0/o	mg	0/o
Crotalaria anagyroides	Inicial	5.400	3,6	3.000	2,00	3.325	2,1	510	0,34
	final	1.829	3,5	63	0,14	4.331	8,2	245	0,47
Crotalaria spectabilis	Inicial	6.100	4,0	1.845	1,20	1.650	1,1	720	0,42
	final	2.068	4,7	22	0,05	1.703	3,8	233	0,53
Pueraria phaseoloides	Inicial	6.000	3,9	1.950	1,30	1.330	0,9	240	0,16
	final	1.540	3,2	80	0,17	1.289	2,7	108	0,23
Paspalum fasciculatum	Inicial	2.700	1,8	2.430	1,60	450	0,3	360	0,24
	final	2.375	2,5	750	0,79	418	0,4	313	0,33
Hojas de café	Inicial	2.700	1,8	2.025	1,30	2.025	1,3	435	0,29
	final	2.210	2,0	527	0,62	1.744	2,0	408	0,48
Pulpa de café	Inicial	2.850	1,9	4.230	2,80	525	0,3	150	0,10
	final	1.764	3,5	983	1,95	605	1,2	141	0,28

El aporte de K de las leguminosas fué del orden de 2 a 3 g por 150 g/base seca quedando muy poco en el residuo al final del experimento, ya que se liberó muy fácilmente del tejido vegetal y quedó poca reserva en el residuo orgánico. Esta reserva final depende en parte de la concentración inicial y del material (tabla 4).

La pulpa de café mostró especialmente que es bastante rica en K, lo que confirma los resultados encontrados por otros autores (6, 8, 9,) sobre su gran valor nutritivo.

Los contenidos de K del gramalote y de las hojas de café fueron mayores de 2 g, pero su pérdida del residuo no fué tan drástica como en las leguminosas, quedando un aporte de 1,5 g por 150 g/base seca aproximadamente, al final del experimento.

Hubo una gran concentración de Ca en el tejido de las leguminosas (tabla 4); en algunos casos la cantidad de Ca en el residuo fué mayor que la inicial del material vegetal, lo cual no se ha podido explicar satisfactoriamente. Sin embargo, se puede afirmar que hay en el residuo una gran concentración de Ca que podría quedar disponible en un momento dado y que no está sujeta a una pérdida rápida por lixiviación.

La concentración de Ca de los materiales no leguminosos fué menor que en el caso de las leguminosas, aún cuando es de especial interés el alto porcentaje de Ca de las hojas de café.

El Mg siguió la tendencia a retenerse en el residuo, pero se observó una mayor pérdida con la descomposición en las leguminosas que en los otros materiales.

ANÁLISIS DE SUELOS

En la tabla 5 se dan los resultados de los análisis inicial y final del suelo, incluyendo pH, MO, N, K, Ca, y Mg y bases totales, con los diferentes materiales utilizados.

El análisis inicial fué el mismo para todos los tratamientos, si se tiene en cuenta que el suelo fué igualmente homogenizado antes de colocarlo entre las macetas correspondientes.

Los porcentajes de N y de materia orgánica no aumentaron significativamente en el suelo. En el caso de la materia orgánica, ésto se debió a su alta tasa de descomposición, y en el caso del nitrógeno a que se mineralizó rápidamente, produciendo amonio que posiblemente no fué retenido en el suelo, esto último se ha demostrado en suelos derivados de cenizas volcánicas del Japón (3).

La concentración de K en el suelo aumentó significativamente, si se tiene en cuenta que este nutrimento se pierde rápidamente del tejido vegetal. Lo que no se puede prever por

TABLA 5.- ANALISIS DE SUELOS INICIAL Y A LOS TRES MESES DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON 150 g/base seca DE MATERIALES ORGANICOS.

Tratamiento	pH	M.O. ‰	N ‰	K me/100 g	Ca me/100 g	Mg me/100 g
	Inicial 5,5	Inicial 6,9	Inicial 0,31	Inicial 0,12	Inicial 0,90	Inicial 0,56
	----- FINAL -----					
<i>Crotalaria anagyroides</i>	5,6	7,1	0,35	1,31	1,60	0,56
<i>Crotalaria spectabilis</i>	5,0	7,6	0,37	0,49	0,93	0,63
<i>Pueraria phaseoloides</i>	4,8	7,1	0,34	0,30	0,73	0,20
<i>Paspalum fasciculatum</i>	5,6	7,4	0,33	0,81	0,90	0,13
Hojas de café	6,1	7,3	0,34	0,87	1,10	0,17
Pulpa de café	6,7	7,0	0,33	3,22	1,20	0,30

ahora, es cuánto tiempo es retenido. En otros suelos derivados de cenizas volcánicas (3) se ha reportado una baja retención de K y por lo tanto una rápida lixiviación del mismo.

El pH del suelo bajó drásticamente con *Crotalaria spectabilis* y *Pueraria phaseoloides*. La explicación posible a la sensible baja del pH es que fué muy abundante el material agregado por maceta y que su alta mineralización hizo que se formara gran cantidad de amonio, que al oxidarse y convertirse en NO₃, contribuyó a la acidificación del suelo (11, 12, 13). Esto sucede cuando se agregan cantidades grandes de úrea a un suelo (11). También, la rápida disminución inicial del pH se hace más crítica si se tiene en cuenta la gran retención de Ca y Mg en el residuo orgánico como se demostró anteriormente, pero el residuo, rico en Ca y Mg, al hacer contacto con el suelo, compensaría en parte el problema.

Es de anotar la alta concentración de Ca y K en el suelo con *Crotalaria anagyroides* por lo cual la acidez del suelo no fué afectada por la alta mineralización del N y pérdida de este elemento en las aguas de lixiviación.

Fué importante el aumento del pH, K y Ca en el suelo con materiales no leguminosos. También se notó una disminución del contenido de Mg, en estos tratamientos, que posiblemente se deba a un desplazamiento por las otras bases.

Fué igualmente importante el aumento del pH, tanto en el suelo con pulpa de café, como con hojas del mismo, y ésto se debió al notable aporte de amonio, K y Ca.

Los cambios en el N total, en la materia orgánica y pH no deben considerarse como permanentes sino como efectos transitorios del proceso dinámico de descomposición.

ANALISIS DE AGUAS DE LIXIVIACION

En la tabla 6 se presentan los resultados acumulados de los nutrimentos encontrados en las aguas de lixiviación al final del experimento.

Las pérdidas de NO₃ fueron superiores para las leguminosas que para los otros materiales y están relacionadas con el alto contenido de Nitrógeno y la elevada mineralización del mismo.

El K fué el segundo elemento que mayormente se perdió en las aguas de lixiviación, y los suelos con leguminosas fueron los que más perdieron comparados con los otros materiales. Esta mayor pérdida de K en las leguminosas estuvo muy relacionada con la pérdida de NO₃. La pulpa, que aportó mayor cantidad de K al suelo, no tuvo una pérdida tan acentuada.

Con el Ca y el Mg, sucedió lo mismo que con el N y el K, registrándose una pérdida mayor en los suelos con leguminosas. En el testigo, la mineralización del N nativo fué baja, pero a pesar de ésto hubo arrastre de bases.

TABLA 6.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS LIXIVIADOS EN LAS AGUAS DE INFILTRACION DE MACETAS CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE 150 g en base seca DE MATERIALES ORGANICOS (ACUMULATIVO DE TRES MESES).

Tratamiento	Nitratos mg	Potasio mg	Calcio mg	Magnesio mg
Crotalaria anagyroides	2.671,1	826,1	311,6	60,0
Crotalaria spectabilis	3.046,5	768,7	257,8	52,8
Pueraria phaseoloides	2.463,7	529,0	321,5	62,2
Paspalum fasciculatum	487,1	159,9	115,8	21,6
Hojas de café	305,1	72,4	86,8	21,5
Pulpa de café	1.023,1	435,1	119,1	36,3

CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo, las leguminosas estudiadas mostraron una descomposición rápida (60% en 2 meses), con aportes de Nitrógeno y otros nutrimentos al suelo, en cantidades de 4 g de N y 2 a 3 g de K por 150 g de material vegetal seco.

Estos aspectos indican la posibilidad de utilizar las leguminosas en cafetales al sol, como complementos de fertilización nitrogenada, especialmente mediante cortes periódicos del follaje que coincidan con las desyerbas que hace el caficultor.

Es necesario estudiar el aprovechamiento por el cafetal, en términos de producción, de los nutrimentos aportados al suelo por el follaje de las leguminosas en descomposición.

RESUMEN

Con el fin de estudiar la tendencia de la descomposición de las hojas de 3 leguminosas y otros materiales vegetales de la zona cafetera, se colocaron muestras de 150 g en base seca en macetas y se midió su pérdida de peso, la composición química del material y de los suelos al comienzo y al final de los 3 meses de experimento y se analizaron las aguas de infiltración.

Las leguminosas ensayadas fueron: *Crotalaria anagyroides*, *Crotalaria spectabilis* y *Pueraria phaseoloides* y los materiales no leguminosos: hojas de *Paspalum fasciculatum* y *Coffea arabica*, hojas y pulpa fresca. El suelo era *Dystrandepts typic*, pH 5,5.

En general hubo una rápida mineralización de las crotalarias y de la pulpa que perdieron el 60% del peso al segundo mes. El aporte de nitrógeno fué importante en los materiales leguminosos, y hubo mayor retención de este elemento en el residuo no leguminoso. Las leguminosas aportaron, en 3 meses, alrededor de 4 g de N por 150 g de material vegetal seco.

Todos los materiales utilizados aumentaron la concentración de potasio en el suelo. Las leguminosas aportaron, en 3 meses, de 2 a 3 g de K por 150 g de material vegetal seco. Se presentó una gran retención de Ca y Mg en el residuo orgánico. La pérdida de bases del suelo por lixiviación, estuvo muy relacionada con las pérdidas de nitratos. La utilización en estas cantidades de materiales orgánicos ricos en nitrógeno mostró una tendencia a la acidificación del suelo.

SUMMARY

A study was performed to discover the decomposition pattern of the leaves from three different legumes and other vegetative materials of the Colombian coffee zone. Dry samples of 150 grams each were placed in pots to measure weight loss and the chemical composition of both the vegetative material and the soil samples. This was done at the beginning and at the end of the three months of the experiment. Water leaked from the pots was also analysed.

The legumes test were: *Crotalaria anagyroides*, *C. spectabilis*, and *Pueraria phaseoloides*. The other vegetative materials were leaves of *Paspalum fasciculatum* and *Coffea arabica*, and fresh pulp. The soil used was classified as Distrandepts tipic, pH 5.5.

In general, there was a quick mineralization of both crotalarias and fresh pulp, which lost 60% in weight after the second month. There was an important contribution of nitrogen from all the legumes tested, and there was a higher retention of that element in the non leguminous residue. In three months the legumes supplied about 4 grams of N per 150 grams of dry matter.

All the materials used increased the potassium concentration in the soil. In three months the legumes supplied from 2 to 3 grams of K per 150 grams of dry matter. There was a great retention of Ca and Mg in the organic residue. The loss of Ca, Mg and K by lixiviation was closely related to the losses of nitrates. The use of these amounts of nitrogen-rich organic materials showed a trend towards soil acidification.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York, John Wiley, 1961. 472 p.
- 2.- BARTHOLOMEW, W. V. Mineralization of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. In Bartolomew, W. V. and Clark, F. E. eds. Soil nitrogen. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1965. pp 287-302 (Agronomy Series N° 10)
- 3.- HARADA, T. Behavior of NH₄ and K in the soil. Japanese Potassium Symposium. Sendai, 1961.
- 4.- HARMSEN, G. W. and VAN SCHREVEN, D. A. Mineralization of organic nitrogen in soil. Advances in Agronomy N° 7:299-398. 1955.
- 5.- JENNY, H., GESSEL, S. P. and BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. Soil Sci. 68:419-432. 1949.
- 6.- LOPEZ A., M. y CALLE V., H. Valor comparativo de la pulpa de café descompuesta como abono. Chinchiná (Colombia), Centro Nacional de Investigaciones de Café, Boletín Informativo 7(81):285-297. 1956.

- 7.- MARIN, J. P. Curso de microbiología de suelos. Riverside, University of California. 1971 p. v. (Notas de clase).
- 8.- PARRA H., J. Valor fertilizante de la pulpa de café. Cenicafé (Colombia) 10(10):441-460. 1959.
- 9.- RUBIO U., J. Composición química y digestibilidad *in vitro* de la pulpa de café. Tesis de grado Magister Scientiae. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, 1973. p. 24.
- 10.- SUAREZ DE CASTRO, F. y RODRIGUEZ G., A. Equilibrio de materia orgánica en plantaciones de Café. *In: _____* Investigaciones sobre la erosión y la conservación de los suelos en Colombia. Bogotá, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1962. pp. 331-372.
- 11.- TISDALE, S. L. and NELSON, WERNER L. 2ed. Soil fertility and fertilizers. New York, Macmillan, 1967. pp 126-499.
- 12.- VALENCIA A., G. Portadores de Nitrógeno y crecimiento del cafeto según el pH del suelo. Cenicafé (Colombia) 25(1):30. 1974.
- 13.- VALENCIA A., G. GOMEZ A., A. y GRAVO G., E. Efecto de diferentes portadores de nitrógeno en el desarrollo del cafeto y en la fertilidad de los suelos. Cenicafé (Colombia) 26(3):131-141. 1975.
- 14.- VARGAS DE ROZO, E. Nitrógeno en suelos volcánicos de Caldas. Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Vol. 10 N° 9 pp. 26-34. 1974.