

TRANSFORMACIONES MICROBIOLÓGICAS DEL FOSFORO EN LOS SUELOS VOLCANICOS DEL PURACE

Mario Blasco L. (*), Nhora Bohórquez A. (**)
y Carmen Llanos M. (***)

I — INTRODUCCION

El equilibrio dinámico del fósforo en los suelos es un fenómeno bastante complejo. Mientras unas formas, por ejemplo los fosfatos férricos, son muy estables, otras fracciones, como la orgánica, se convierten más fácilmente en formas asequibles a las plantas. Las transformaciones microbiológicas del fósforo en los suelos son varias, pero dentro del ciclo probablemente son la mineralización e inmovilización las más importantes por incidir más directamente en la nutrición vegetal y cuyos aspectos, relacionados con los suelos volcánicos del Puracé, son presentados en esta investigación.

II — REVISION DE LITERATURA

En general se considera que los factores que afectan la mineralización e inmovilización del nitrógeno (pH, aireación, clase y contenido de materia orgánica, etc.) son análogos a los del fósforo (Alexander, 1). Si en la materia orgánica abundan los residuos de plantas jóvenes predominará la mineralización, mientras que si el material es maduro habrá predisposición a la inmovilización debido a que el substrato es más difícil de atacar (Birch, 2).

En términos concretos se viene aceptando que se presentará la mineralización cuando la relación C:P orgánico sea menor de 200: 1, mientras que la inmovilización será el efecto dominante con relaciones de 300: 1, o superiores (Alexander, 1; Black y Goring, 3). Sin embargo recientes trabajos de Enwezor (6) demuestran que la mineralización/inmovilización dependen más de la cantidad de fósforo total presente en forma orgánica que de la relación C:P orgánico.

También es necesario tener en cuenta la cualidad del substrato. Las dos fuentes principales de fósforo orgánico en el suelo son los ácidos nucleicos y la fitina. Si abundan los primeros ocu-

(*) M. Blasco L., Ph. D. Prof. Dpto. Suelos. Agronomía, Palmira.

(**) N. Bohórquez A., I. A. Dpto. Agropecuario C. V. C.

(***) C. Llanos M., M. Sc. Prof. Dpto. Biología. Agronomía, Palmira.

rrirá una rápida defosforilación, en cambio la fitina es el compuesto fosforado de más lenta mineralización (Fábry, 7).

III — MATERIALES Y METODOS

Se recogieron las muestras en la región volcánica de Puracé. El volcán se halla sobre la Cordillera Central de los Andes en el Dpto. del Cauca, siendo su altitud de 4.756 m. sobre el nivel del mar. La localización de los suelos se realizó siguiendo la carretera Popayán - El Vinagre (explotación minera de azufre), entre los 3.000 y 4.000 m. de altura, esta última cota ligeramente encima del campamento minero. La temperatura media en El Vinagre es de 10°C (no hay datos de lluvias). Algunas características de los suelos estudiados se presentan en la Tabla I.

— T A B L A I —

Suelos	m sobre nivel mar	Perfil Prof. cms.	pH	C.C.C. m. e./ 100 g.	C org. ppm	P org. ppm	C/P org.
Volcán a	4.000	0 — 12	3.9	27.4	58.816	1700	34.6
" b		12 — 200	4.3	44.8	80.500	1976	40.7
Vinagre a	3.700	0 — 50	4.5	49.6	99.284	1810	54.8
" b		50 — 200	4.6	40.7	54.765	2224	24.6
Puracé a	3.400	0 — 80	4.7	46.3	81.222	2712	29.9
" b		80 — 150	5.4	25.5	37.674	997	37.8
Coconucos a	3.000	0 — 25	4.9	33.4	67.612	1733	39.0
" b		25 — 60	5.3	21.0	22.403	427	52.4

Para las incubaciones se precedió de la siguiente manera para cada muestra: 10 g. de suelo (seco al aire, tamizado 2 mm) fueron colocados en un tubo de ensayo, adicionándole agua hasta su humedad equivalente previamente determinada. A cada tubo se le colocó un vial conteniendo peróxido de bario (humedecido con una solución saturada de hidróxido de bario) para absorber CO₂ y generar O₂ (Cornfield, 5). Los tubos se sellaron e incubaron por 4 y 8 semanas. Se llevaron duplicados y cuando fue necesario se renovaron los viales.

Antes y después de los respectivos periodos de incubación se extrajo el fósforo asequible agitando las muestras (1 minuto) con 20 ml. de acetato de sodio 10% amortiguado con ácido acético (Morgan, 12), mientras que el fósforo orgánico fue obtenido siguiendo el método de ignición de Saunders y Williams (13). Las lecturas se realizaron en alícuotas adecuadas desarrollando el color azul cloroestannoso-molibdofosfórico, midiendo la extinción en un colorímetro Beckman- C.

El pH se determinó en la pasta, la capacidad catiónica de cambio mediante acetato de amonio y el carbón orgánico según el procedimiento de Walkley - Black (Jackson, 8). El contenido de arcillas se estableció utilizando la técnica del hidrómetro (Bouyoucos, 4).

La determinación de bacterias y hongos del suelo se efectuó por el método de los platos de dilución de Martín (11).

IV — RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para la mineralización e inmovilización del fósforo se presentan en la Tabla II, y las variaciones en la población de bacterias y hongos en la Tabla III.

— T A B L A II —

Transformaciones microbiológicas del fósforo después de 4 y 8 semanas de incubación (30°C-pF2.7)
Resultados como P en ppm

Suelos	Sin incubación P disponible	Suelos incubados P mineralizado/inmovilizado	
		4 semanas	8 semanas
Volcán a	3.9	— 2.0	— 3.7
" b	6.1	— 2.2	— 4.9
Vinagre a	8.2	— 1.6	— 1.5
" b	4.0	— 1.3	— 2.1
Puracé a	10.2	0.8	1.4
" b	2.9	— 2.4	— 2.4
Coconucos a	5.7	— 3.3	— 2.6
" b	2.3	0.5	— 1.9

Con las excepciones del suelo Puracé - a y el subsuelo Coconucos - b (solo en las 4 primeras semanas en esta última muestra), el estudio realizado muestra una neta ventaja de la inmovilización sobre la mineralización. Según estos resultados y concordando con Enwezor (6), la simple relación C: P orgánico no es un índice seguro para predecir cuál de los dos fenómenos va a predominar. Los datos obtenidos, al menos en estos suelos volcánicos, indican que la mineralización o la inmovilización se presentan independientemente de la mencionada relación.

Comparando las poblaciones bacteriales y fungosas antes y después de 8 semanas de incubación (Tabla III) se puede observar que las bacterias aumentan decididamente en todas las muestras mientras que los hongos, con las excepciones de las muestras Volcán - a y b y Coconucos - b, disminuyen. Salvo la influen-

— T A B L A III —

Población de bacterias y hongos en los suelos originales (sin incubación) y después de incubados (30°C-pF 2.7) por espacio de 8 semanas.

Suelos	Sin incubación		8 semanas incubación	
	Bacterias	Hongos	Bacterias	Hongos
Volcán a	4.132	350.333	262.920	2.803.333
" b	1.500	151.000	48.000	4.086.666
Vinagre a	2.550	1.060.000	746.500	537.500
" b	0	157.975	407.500	113.666
Puracé a	1.350	330.500	261.666	68.200
" b	400	191.796	352.750	94.300
Coconucos a	32.400	2.766.750	1.038.580	33.132
" b	4.000	7.000	313.000	11.900

cia de otros microorganismos no determinados, en la asimilación del fósforo y su acumulación en formas no asequibles (substancias protoplasmáticas: ácidos nucleicos, fosfolípidos, etc.) tendrían más incidencia las bacterias que los hongos durante los períodos de incubación estudiados.

Kosaka y Abe (10) estudiando suelos volcánicos encontraron que el 80% del fósforo era orgánico, principalmente fitina y sus derivados. Muy probablemente en los suelos estudiados se presenta un caso similar (aunque no se determinó en este estudio la naturaleza química de los compuestos fosforados), lo cual ayudaría a explicar en buena parte las deficiencias de mineralización.

Por otra parte si se tiene en cuenta que los mecanismos de mineralización del nitrógeno y fósforo son bastante similares (Alexander, 1), el bajo pH de las muestras estudiadas no favorece el proceso microbiológico.

Finalmente cabe agregar que en suelos ácidos no se debe descartar el hecho de que el fósforo efectivamente liberado no pueda ser extraído como fracción asequible puesto que como señala Jahn-Deesbach (9), posiblemente sea fijado por el hierro, aluminio u otros compuestos de los suelos. Por lo demás, son bien conocidos los procesos de fijación del fósforo en suelos ácidos.

Del estudio de las poblaciones microbiológicas aparece que la elevación de la temperatura del medio ambiente (alrededor de 10°C) a 30°C y el ajuste de la humedad a pF 2.7, con la excepción de las muestras correspondientes a el Volcán, favorecieron el crecimiento bacterial tendiendo a restringir la población fungosa.

Probablemente con esos dos factores en condiciones relativamente óptimas las bacterias fueron más hábiles para aprovechar los elementos (principalmente calcio) provenientes de la descomposición de la materia orgánica.

V — RESUMEN

El estudio realizado muestra que la inmovilización del fósforo es el proceso dominante en los suelos volcánicos de Puracé a pesar de que la relación C: P orgánico es inferior a 200. La relación C: P orgánico parece ser en estos suelos un índice no aceptable para predecir la mineralización del P orgánico.

VI — SUMMARY

MICROBIOLOGICAL TRANSFORMATION OF PHOSPHORUS IN THE VOLCANIC SOILS OF PURACE

This study shows that immobilization is the predominant process in the volcanic soils of Puracé in spite of a C: P organic ratio lower than 200. In this soils the C: P organic appears to be an unreliable index for predicting organic P mineralization.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, M. 1964. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons. Inc. New York. 472 p.
2. BIRCH, H. F. 1961. Phosphorus transformation during plant decomposition. *Plant and Soil*. **15**: 347-366.
3. BLACK, C. A. and C. A. I. Goring. 1953. Organic phosphorus in soils. *Agron. Monograph*. **4**: 123-152.
4. BOUYOUCOS, G. H. 1934. A comparison between the pipette method and the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Soil Sci*. **38**: 335-343.
5. CORNFIELD, A. H. 1961. A simple technique for determining mineralization of carbon during incubation of soils treated with organic materials. *Plant and Soil* **14**: 90-93.
6. ENWEZOR, W. O. 1967. Significance of the C: Organic P ratio in the mineralization of soil organic phosphorus. *Soil Sci*. **103**: 62-66.
7. FABRY, G. 1963. (Transformación biológica del ácido fosfórico en chernozem con un horizonte húmedo de grosor medio) *Agrokém Talajt*. **12**: 577-592. (En húngaro).
8. JACKSON, M. L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall Englewood N. J. 498 p.
9. JAHN - DEESBACH, W. 1956. (Investigaciones sobre el estado de combinación del fósforo en algunos suelos chernozem de Europa). *Z. Pflernahr. Dung*. **74**: 97-111. (En alemán).

10. KOSAKA, J. and K. Abe. 1957. Organic phosphorus in upland Soil. Soil and Plan Food. **3**: 95-99.
11. MARTIN, T. P. 1950. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungil. Soil. Sci. **69**: 215-232.
12. MORGAN, M. F. 1937. The universal soil testing system. Conn. Agric. Exp. Sta. Bull. 392.
13. SAUNDERS, W. H. M. and E. G. Williams. 1955. Determination of total organic phosphorus in soils. Jour. Soil Sci. **6**: 254-260.