

ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN SUELOS VOLCÁNICOS Y SU RELACION CON LA DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA¹

Biological activity in volcanic soils in relation to the organic matter dynamic

Pedro Peirano V.², María Aguilera S.², Gilda Borie B.² y Mario Caiozzi M.²

SUMMARY

The organic matter content and related biological activity in 13 volcanic ash soils were studied by determining the microbial biomass and the dehydrogenase and polyphenol-oxidase enzymatic activities. In addition, a study was done of the effect of glucose, nitrogen and phosphorous in a 4-month incubation period at controlled temperature and moisture.

The study was done on cultivated and uncultivated soils to assess the effect on soil management.

There was a direct relationship between the organic matter content and microbial biomass.

The behavior of the biological activation of soils to the addition of substrates was variable and specific for each soil, there are no behavior patterns for soil families. Similarly, the optimization of environmental conditions of temperature and moisture cause in some soils a high biological reactivation, although, other soils exhibit high stability.

Key words: volcanic soils, biological activity, organic matter.

INTRODUCCION

La utilización racional de un suelo implica la preservación de su materia orgánica (m.o.) y de su microflora asociada, con el objeto que no se deteriore su capacidad para regular la disponibilidad de macro y micronutrientes, además de todos los aportes benéficos que aportan al suelo como: agregación, capacidad de retener agua en la zona rizosférica, regulación de temperatura, etc. (Stevenson, 1982; Greenland y Hayes, 1978; Felbeck, 1971).

Por la cuantía e importancia que los suelos de origen volcánico revisten para nuestro país, se realizó un estudio conducente a caracterizar un número representativo de estos suelos en su contenido de C orgánico, su microflora asociada y algunas actividades enzimáticas relacionadas a la dinámica de la m.o. Además, se estudió el efecto que producen, en estos parámetros, la adición de fósforo, nitrógeno y glucosa, como fuente de

carbono disponible para los microorganismos del suelo. Estas determinaciones se hicieron en suelos no cultivados y cultivados, con objeto de evaluar el efecto del manejo de suelos en ellos.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras de suelos cultivados y sin cultivar de trumaos y rojo arcillosos. Entre los trumaos se escogieron los de la familia Osorno, series: Osorno, Nueva Braunau y Corte Alto, de la familia Puerto Octay las series: Puerto Octay, Puerto Fonck y Los Lagos; además, las series Arrayán y Ralún. Entre los suelos rojo arcillosos se escogieron: la familia Fresia con las series Fresia, Crucero y Cudico y las series Collipulli y Metrenco.

En cada uno de estos suelos se determinaron los niveles de C orgánico, biomasa y actividad de deshidrogenasa (DH) y polifenoloxidasas (PFO). Luego, se incubaron en condiciones controladas de temperatura, luz y humedad, con la adición de C, P y N.

El sustrato carbonado adicionado fue glucosa, que por ser sustrato de fácil disponibilidad para la microflora es consumida en aproximadamente 4 meses. Se agregó 200 mg de glucosa por 100 g de suelo.

¹Recepción de originales: 24 de abril de 1991.

Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo, Temuco, Chile, 14 al 16 de noviembre de 1990.

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.

El P se adicionó como CaHPO_4 en concentración de 66 mg de P/kg y el N se adicionó como KNO_3 en concentración de 40 mg N/kg.

Terminado ese tiempo, se procedió a determinar nuevamente los parámetros elegidos, con el objeto de apreciar las modificaciones producidas por efecto de los distintos tratamientos.

El C orgánico se determinó por combustión seca. La biomasa microbiana se determinó por el método de Jenkinson y Powlson (1976) adaptado a las condiciones de los suelos chilenos (Borie y otros, 1987; Peirano, 1989). Las actividades enzimáticas se determinaron según técnicas adaptadas para suelos volcánicos chilenos (Peirano, Borie y Aguilera, 1987; Aguilera y otros, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se observa que los contenidos de C son bajos si se les compara con resultados anteriores, especialmente suelo Osorno que tiene un nivel de 8% de C o más. Anómalo también parece el suelo Corte Alto sin cultivar, con un 3,5% de C en circunstancia que se han encontrado un 8 a un 11% de C. Estos bajos contenidos de C se podrían deber a los problemas de sequía y altas temperaturas registradas el año de recolección de estos suelos, lo que acelerarían la mineralización de la materia orgánica.

Obviando estos comportamientos puntuales, podemos ver que en general la m.o. es mayor para los suelos trumaos, especialmente Nueva Braunau

CUADRO 1. Propiedades químico-biológicas de suelos cultivados y no cultivados

TABLE 1. Chemical and biological properties on cultivated and uncultivated soils

Suelos	% C	pH	PFO mg/kg		DH mg/kg		Biomasa mg C/100 g	
			t ₀ ¹	t final	t ₀	t final	t ₀	t final
Trumaos								
Osorno	5,6	5,3	6,0	3,5	16	272	142	179
Osorno cultivado	5,5	5,6		1,8	20	260	171	195
Corte Alto	3,5	5,3		2,1	40	53	37	61
Corte Alto cultivado	8,7	5,4		1,6	114	219	188	131
Nueva Braunau	13,5	5,2		5,7	344	237	327	258
Nueva Braunau cultivado	12,4	5,8		4,4	43	147	162	217
Puerto Octay	9,3	5,9		1,2	199	250	200	197
Puerto Octay cultivado	10,6	5,6		4,0	44	212	161	148
Puerto Fonck	7,3	6,0		4,5	48	46	132	154
Los Lagos	7,0	5,5		0,6	11	0	79	65
Los Lagos cultivado	6,4	5,2		0,0	23	125	208	196
Arrayán	5,3	5,6		0,3	10	32	100	186
Ralún	6,7	5,5		5,7	157	18	143	225
Rojo Arcillosos								
Collipulli	1,4	5,3		1,0	3	0	54	87
Collipulli cultivado	2,4	5,2		1,1	4	26	83	138
Metrenco	3,9	4,8		0,0	2	0	133	166
Metrenco cultivado	3,2	5,1		0,0	17	0	76	135
Fresia	5,4	5,2		1,9	23	56	179	258
Fresia cultivado	4,9	5,5		1,2	33	0	60	258
Cudico	3,1	5,4	2,3	0,2	6	14	67	223
Cudico cultivado	5,7	5,2		0,0	10	24	146	208
Crucero	8,3	5,1		0,2	78	16	161	258
Crucero cultivado	7,1	5,5		0,4	73	102	182	282

¹t₀: Valores obtenidos en las muestras luego de la recolección; t final: Valores obtenidos después de 4 meses de incubación; PFO: Póli-fenoloxidasa expresada como mg de tirosinasa por kg de suelo; DH: Deshidrogenasa expresada como mg de formazán por kg de suelo.

y Puerto Octay. En cambio, los suelos rojo arcillosos por ser más antiguos y de estructura más cristalina, han disminuido su carbono, ya que a diferencia de los suelos trumaos tienen menor contenido de minerales amorfos que ayudan a estabilizar la m.o. (Zunino y otros, 1982; Martín y otros, 1982).

El efecto del cultivo periódico de los suelos produce una disminución en el contenido de carbono, especialmente en suelos cuyo contenido de C no está muy humificado, y, por lo tanto, su m.o. es más proclive a ser mineralizada (Aguilera, 1990).

La biomasa de los suelos resultó directamente relacionada a su contenido de m.o., lo que confirma experiencias anteriores de los autores. Se observa también que la biomasa no sufre grandes alteraciones con la incubación, si se compara con las actividades enzimáticas medidas.

Las actividades enzimáticas se encuentran claramente deprimidas, especialmente, la PFO que no se recupera aún después de la incubación en condiciones óptimas. La DH presenta una mejor recuperación para la mayoría de los suelos, ya que también sus actividades iniciales son bajas, producto de las condiciones de gran sequedad en los suelos.

Las actividades de PFO y DH en relación al tipo de suelos, demuestran que los suelos con mayor contenido de m.o. tienen una mayor actividad. Así, el suelo Nueva Braunau, de mayor contenido de m.o., es también el de mayor bioactividad, y el rojo arcilloso, Collipulli, de menor m.o., presenta el menor grado de actividad PFO y uno de los más bajos niveles de DH, sólo se encuentra más deprimido, en actividad deshidrogenásica, el anómalo suelo Corte Alto.

Se puede destacar también que hay suelos cuya actividad enzimática responde claramente a una modificación en las condiciones ambientales, como los suelos Osorno y Puerto Octay. En cambio, hay otros que manifiestan muy poca reactivación ante los mismos cambios.

Con este mismo objeto se sometieron los suelos en estudio a una adición de glucosa C^{14} junto a fuentes de P y N, para seguir el curso del ciclo biológico de los microorganismos del suelo y eventualmente relacionarlo a la dinámica que sufre la m.o. en ellos. Este ciclo se siguió a través de medir actividad respiratoria de los suelos durante 4 meses (datos no publicados). Al final del proceso de incubación se determinaron nuevamente las actividades enzimáticas y la biomasa (Cuadro 2).

La actividad enzimática difiere entre los suelos rojo arcillosos y los trumaos, los primeros están muy deprimidos a pesar de que sus biomásas son tanto o más importantes que la de algunos suelos trumaos. Esto permitiría pensar que en estos últimos también se estabilizan las enzimas en el complejo humus-alofán, preservando así su actividad, con lo que se reforzaría la mayor síntesis de la materia orgánica.

Al analizar el grado de respuesta de los suelos a las distintas adiciones de sustrato, hay una gran variabilidad en los distintos suelos. Por ejemplo, el suelo Puerto Octay, sin cultivar, a los 4 meses de incubación con los tratamientos respectivos, ha llegado a un mejor estatus en su actividad biológica. En cambio, el mismo suelo que anteriormente fue sometido a cultivo, da otra respuesta, incrementando su biomasa y no así su actividad enzimática relacionada a la dinámica de la m.o. Un comportamiento absolutamente distinto es el que presenta el suelo Puerto Fonck de la misma familia.

Hay otros suelos, en cambio, como el suelo Osorno sin cultivar, que tienen un buen estatus en actividad biológica y sus respuestas son más específicas a cada sustrato. Por lo tanto, para sacar las conclusiones finales de esta experiencia, se espera tener los niveles de actividad respiratoria y definir con ello y con mayor claridad, el tipo de respuesta de cada suelo. Así se podrá definir cuáles son más sensibles o deficitarios en P y N disponible, cuáles de ellos requieren de fuente energéticas más disponibles para incrementar su actividad y, con ello, el mejor aprovechamiento de los nutrientes que son especialmente regidos por la interacción biomasa-materia orgánica.

Este breve análisis de la actividad enzimática relacionada con la dinámica de la m.o., permite confirmar que el comportamiento químico-biológico de los suelos, obedece fundamentalmente a las relaciones de m.o. y biomasa, más que a las características estructurales y físico-químicas que rigen prioritariamente la clasificación de suelos. Al mismo tiempo, son esas relaciones m.o.-actividad biomásica las que sufren las mayores alteraciones ante cambios ambientales u otros, como las derivadas del manejo de los suelos. Por la misma razón, son los parámetros biológicos los más sensibles para seguir un proceso de activación o mejoramiento de suelo, como podría ser una adición de materia orgánica o de eventuales fertilizantes.

CUADRO 2. Actividad biológica de suelos cultivados y no cultivados sometidos a incubación con sustratos C¹⁴, P y N

TABLE 2. Biological activity in cultivated and uncultivated soils, incubated with C¹⁴, P and N sustrates

Suelos	PFO mg/kg				DH mg/kg				Biomasa mg C/100 g	
	S ¹	SNP	SG	SGNP	S	SNP	SG	SGNP	S	SNPG
Trumaos										
Osorno	3,5	2,7	3,8	2,7	272	217	205	280	179	181
Osorno cultivado	1,8	2,4	1,8	1,8	260	249	256	69	195	134
Corte Alto	2,1	0,4	0,9	2,8	53	54	62	67	61	88
Corte Alto cultivado	1,6	0,8	3,0	1,0	219	199	213	178	131	170
Nueva Braunau	5,7	4,1	4,4	5,4	237	230	233	236	258	250
Nueva Braunau cultivado	4,4	6,6	5,6	5,0	147	176	121	203	217	317
Puerto Octay	1,2	3,0	2,9	3,7	250	320	395	330	197	263
Puerto Octay cultivado	4,0	3,9	3,9	2,9	212	187	185	204	148	166
Puerto Fonck	4,5	2,8	4,3	4,3	46	62	45	62	154	145
Los Lagos	0,6	0,6	1,0	0,0	0	0	0	0	65	64
Los Lagos cultivado	0,0	1,5	0,8	1,3	125	148	318	171	196	220
Arrayán	0,2	0,4	2,5	2,1	32	141	115	158	186	183
Ralún	5,7	5,4	5,2	3,3	18	110	7	2	225	237
Rojos Arcillosos										
Collipulli	1,0	0,0	0,2	0,1	0	0	0	0	87	59
Collipulli cultivado	1,1	0,6	1,7	0,2	26	29	38	44	138	132
Metrenco	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	166	191
Metrenco cultivado	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	135	187
Fresia	1,9	0,4	0,4	0,2	56	44	61	75	258	244
Fresia cultivado	1,2	1,4	2,0	2,0	0	100	106		258	241
Cudico	0,2	0,0	0,0	0,0	14	0	0	0	223	251
Cudico cultivado	0,0	0,0	0,0	0,0	24	0	23	42	208	227
Crucero	0,2	0,3	0,4	0,6	16	0	21	23	258	293
Crucero cultivado	0,4	0,6	1,0	0,0	102	115	74	87	282	283

¹PFO: Actividad de Polifenoloxidasas; DH: Actividad de Deshidrogenasas; S: Suelos no cultivados; SNP: Suelo con adición de N y P; SG: Suelo con adición de glucosa C¹⁴; SGNP: Suelo con adición de N, P y glucosa C¹⁴.

RESUMEN

En 13 suelos de origen volcánico se estudió el contenido de materia orgánica y la actividad biológica relacionada, mediante la determinación de biomasa microbiana y actividad enzimática deshidrogenasa y polifenoloxidasa. Además, se estudió el efecto de glucosa, nitrógeno y fósforo, en una experiencia de 4 meses de incubación a temperatura y humedad controladas.

La experiencia se realizó en suelos cultivados y no cultivados, para evaluar el efecto del manejo de suelos.

Se encontró una relación directa entre el contenido de m.o. y biomasa microbiana. La respuesta de activación biológica de los suelos a la adición de sustratos fue variable y específica de cada suelo, no hay patrones de comportamiento por familias de suelos. Del mismo modo, la optimización de condiciones ambientales de temperatura y humedad produce, en algunos suelos, una gran reactivación biológica, en cambio, otros presentan una gran estabilidad a los cambios.

Palabras claves: suelos volcánicos, actividad biológica, materia orgánica.

LITERATURA CITADA

- AGUILERA S., MARIA. 1990. Materia orgánica de suelos volcánicos de Chile. Estudio de sus principales características físico-químicas. Univ. de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago, Chile. p. 174 (Tesis para optar al título de Magister en Química).
- AGUILERA S., MARIA, BORIE B., GILDA, ROKOV, PAMELA y PEIRANO V., PEDRO. 1988. Bioquímica de suelos derivados de cenizas volcánicas. VII. Determinación de deshidrogenasas. *Agricultura Técnica (Chile)* 48: 147-151.
- BORIE B., GILDA, PEIRANO V., PEDRO, AGUILERA S., MARIA y CAIOZZI M., MARIO. 1987. Alteraciones en la actividad biológica de suelos derivados de cenizas volcánicas al adicionarles C, P y N. *Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. V Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo. Valparaíso, 26 al 28 de octubre.* p.: 177-118.
- FELBACK, G.T. 1971. Chemical and biological characterization of humic matter. In: H.D. Mc Laren and J. Skujins (ed.). *Soil Biochemistry. Vol. 2.* Marcel Dekker, Inc. New York. p.: 36-59.
- GREENLAND, D.J. and HAYES, M.H.B. 1978. The chemistry of soil constituents. John Wiley and Sons. New York. 469 p.
- JENKINSON, D.S. and POWLSON, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in Soil. I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem.* 8: 167-177.
- MARTIN P., JAMES, ZUNINO V., HUGO, PEIRANO V., PEDRO, CAIOZZI M., MARIO and HAIDER, K. 1982. Decomposition of ¹⁴C-labeled lignins, model humic acid polymers and fungal melanins in allophanic soils. *Soil Biol. and Biochem.* 14: 289-293.
- PEIRANO V., ALESSANDRA. 1989. Determinación del factor biomásico en suelos volcánicos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, 68 páginas. (Tesis para optar al título de Bioquímico.)
- PEIRANO V., PEDRO, BORIE B., GILDA y AGUILERA S., MARIA. 1987. Bioquímica de suelos derivados de cenizas volcánicas. V. Determinación de polifenoloxidasas. *Agricultura Técnica (Chile)* 47: 235-239.
- STEVENSON, F.I. 1982. Humus chemistry, genesis compositions reactions. John Wiley and Sons. Inc. 443 p.
- ZUNINO, H., BORIE, F., AGUILERA, M., MARTIN, J.P. y HAIDER, K. 1982. Decomposition of ¹⁴C-labeled glucosa plant and microbial products and phenols in volcanic ash-derived soils of Chile. *Soil Biol. and Biochem.* 14: 37-43.