

EFFECTO DE LA HUMEDAD Y LA TEMPERATURA EN LA DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO EN CONDICIONES DE LABORATORIO¹

Effect of soil moisture levels and temperature on organic matter decomposition, under laboratory conditions

M. Teresa Varnero M.², Fernando Santibáñez Q.² y Marión Espinosa T.³

SUMMARY

The influence of temperature and moisture levels on the decomposition of soil organic matter was determined in two dryland soil sections of the Metropolitan Region. Section 1, with herbaceous cover and section 2 with herbaceous and shrub cover.

Incubations under laboratory conditions during 37 days at five temperatures, 10°, 20°, 30°, 40°, and 60° C and two moisture levels, -0.3 bars and -15 bars were established, to determine respiration rate.

In soil samples incubated at -0.3 bars the first respiratory pick was detected at 30° C and the second one at 60° C for both bistratified and herbaceous range situations.

The two soil samples incubated at -15 bars showed the first pick at 20° C, while the second was detected at 60° C for the bistratified range and at 40° to 60° C for the herbaceous one.

INTRODUCCION

En los ecosistemas terrestres ocurren una serie de transformaciones e intercambios, que permiten asegurar su mantención y el equilibrio. Estas transformaciones tienden a ser cíclicas y los microorganismos del suelo tienen un papel importante en ellas, ya que mediante la descomposición de la materia orgánica, se libera la energía que ha sido atrapada por el proceso fotosintético (Christie, 1979; Singh y Gupta, 1977). Numerosos y variados grupos de microorganismos heterotróficos degradan el material orgánico, mineralizando sus componentes y convirtiéndolos principalmente en amoníaco, anhídrido carbónico y agua.

El desprendimiento de CO₂, como un índice de la actividad biológica global del suelo, permite seguir en el tiempo la tasa de mineralización del C orgánico y se puede considerar como el reflejo del nivel energético del suelo (Callejas, 1969; Varnero, 1978).

El objetivo de este trabajo fue determinar, bajo condiciones de laboratorio, el efecto de la humedad y la temperatura sobre la degradación de la materia orgánica, en un sector con pradera biestratificada herbáceo-arbustiva y en otro con pradera monoestratificada herbácea, del secano interior de la zona semiárida, en la Región Metropolitana.

MATERIALES Y METODOS

Se sacaron muestras de la pradera biestratificada herbáceo-arbustiva (sector 1) y de la pradera monoestratificada herbácea (sector 2). Se muestreó en 40 puntos, elegidos al azar, hasta una profundidad de 10 cm, para obtener una muestra compuesta en cada sector.

¹ Recepción de originales: 27 de marzo de 1985.

Parte de la tesis presentada por M. Espinosa a la Escuela de Agronomía, U. de Chile para optar al título de Ing. Agr.

² Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales. U. de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile.

³ a/c. M.T. Varnero. Casilla 1004, Santiago, Chile.

Las muestras se secaron al aire y se tamizaron a 2 mm; se incubaron *in vitro*, durante 37 días, colocando 50 g de suelo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se consideraron dos factores; temperatura a 5 niveles (10, 20, 30, 40 y 60° C) y humedad a dos niveles (–0,3 bares y –15 bares), con tres repeticiones para cada tratamiento.

El nivel de humedad se controló, adicionando agua periódicamente, para mantener un peso constante. El CO₂ se arrastró por succión, haciéndolo pasar por una solución de hidróxido de bario, previamente valorada. Las extracciones de CO₂ se hicieron al 4o, 6o, 13o, 20o, 27o y 37o días de incubación.

Los resultados obtenidos de la actividad respiratoria se expresaron como mg de C (CO₂) desprendido por cada 100 g de suelo seco a 105° C. Con estos datos, se realizó análisis de variancia y prueba de Duncan.

Se determinó la humedad del suelo a –0,3 bares y –15 bares, mediante la técnica del plato y olla de presión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la actividad respiratoria *in vitro* (cuadros 1 y 2) reflejan la misma tendencia en todos los tratamientos. Durante la primera semana de incubación hay una rápida mineralización, obteniéndose las mayores tasas en este período; luego declinan, manteniéndose relativamente constantes entre los días 6 y 27. Entre los días 27 y 37, la mineralización es muy lenta, debido probablemente al agotamiento del sustrato fácilmente mineralizable y problemas de aireación, ocurriendo una situación de anaerobiosis. Esto concuerda con Ménieux, Cornic y Schaefer (1983),

CUADRO 1. Desprendimiento de CO₂ *in vitro* de un suelo bajo pradera biestratificada (sector 1)

TABLE 1. CO₂ release *in vitro* of a soil under a bi-stratified pasture (sector 1)

Tratamientos		mg C (CO ₂)/100 g suelo seco/días indicados						Total
Humedad	Temperatura ° C	0–4	5–6	7–13	14–20	21–27	28–37	
–0,3 bares	10	113,3	6,5	5,3	5,8	5,3	2,1	138,3
–0,3 bares	20	97,7	11,0	6,3	5,3	11,6	3,7	135,6
–0,3 bares	30	89,9	25,6	12,6	10,5	12,6	4,4	155,6
–0,3 bares	40	84,5	16,2	5,3	5,3	9,0	4,4	124,7
–0,3 bares	60	81,2	21,8	14,7	5,3	5,8	1,9	130,7
Suma		466,6	81,1	44,2	32,2	44,3	16,5	
–15 bares	10	69,2	6,0	3,7	2,6	3,2	2,5	87,2
–15 bares	20	68,8	11,4	5,3	5,3	0,7	0,7	92,2
–15 bares	30	55,9	21,2	4,8	5,3	4,2	2,3	93,7
–15 bares	40	58,7	9,8	5,8	4,2	5,8	4,0	88,3
–15 bares	60	67,1	15,8	6,8	3,2	3,7	1,2	97,8
Suma		319,7	64,2	26,4	20,6	17,6	10,7	

CUADRO 2. Desprendimiento de CO₂ *in vitro* de un suelo bajo pradera monoestratificada (sector 2)

TABLE 2. CO₂ release *in vitro* of a soil under a mono-stratified pasture (sector 2)

Tratamientos		mg C (CO ₂)/100 g suelo seco/días indicados						Total
Humedad	Temperatura ° C	0–4	5–6	7–13	14–20	21–27	28–37	
–0,3 bares	10	82,3	11,4	10,4	9,4	5,7	0,7	119,9
–0,3 bares	20	77,5	14,2	9,4	7,3	8,3	4,8	121,5
–0,3 bares	30	105,8	26,1	11,0	11,0	6,8	5,2	165,9
–0,3 bares	40	91,2	16,4	12,5	5,7	5,7	5,2	136,7
–0,3 bares	60	105,8	21,8	11,5	3,6	5,7	3,6	152,0
Suma		462,6	89,9	54,8	37,0	32,2	19,5	
–15 bares	10	62,6	10,4	4,7	5,3	0,5	0,5	84,0
–15 bares	20	69,8	13,4	5,7	4,7	3,6	2,5	99,7
–15 bares	30	59,3	17,1	4,2	3,2	2,6	2,2	88,6
–15 bares	40	70,7	12,8	2,6	4,7	4,2	3,3	98,3
–15 bares	60	65,0	17,6	7,0	3,2	3,6	3,3	99,7
Suma		327,4	71,3	24,2	21,1	14,5	11,8	

quienes dicen que en incubaciones *in vitro* existe una fase inicial breve, con una fuerte actividad biológica, seguida de un período de régimen regularmente decreciente. La primera manifestación corresponde a la oxidación de substratos fácilmente oxidables disponibles en el suelo y la segunda, a substratos menos biodegradables o que son liberados progresivamente por el complejo coloidal arcilla-humus (Drobnik, 1960).

En ambos sectores, se obtuvieron los valores más altos de desprendimiento de CO₂ cuando las muestras se incubaron a 30° C y con un nivel hídrico equivalente a - 0,3 bares. Sin embargo, las tasas de respiración son menores en el sector 1 que en el sector 2, para todos los tratamientos efectuados, lo que se explicaría por el mayor porcentaje de lignocelulosa que posee la pradera biestratificada, (Varnerg, Espinosa y Santibáñez, 1982).

Con niveles hídricos de - 15 bares, las tasas de liberación de CO₂ fueron bajas en los dos sectores. No se encontraron diferencias significativas a ningún nivel de temperatura; sin embargo, se observaron pequeñas fluctuaciones en el desprendimiento de CO₂. Se podría pensar que la microflora permanece activa a pesar del bajo contenido hídrico. Según Hunt (1977), existe una mínima actividad microbiana a tensiones de - 81 bares. Dommergues y Mangenot (1970) afirman que ésta recién cesa a - 400 bares.

En los dos sectores estudiados, se observó un aumento en la liberación de CO₂ con la temperatura hasta alcanzar un primer máximo, luego disminuye bruscamente para aumentar nuevamente, dentro del rango de temperatura estudiada.

Choudhury y Cornfield (1978) han encontrado que la respiración del suelo aumenta en forma logarítmica con incrementos en la temperatura, hasta 60-70° C, debido al amplio rango de temperatura que abarcan los microorganismos para su desarrollo y actividad. Sin embargo, Dommergues y Mangenot (1970) han observado que la actividad respiratoria del suelo está caracterizada por dos óptimos térmicos. El primero, comprendido entre 25° y 40° C, se debería a la actividad de microorganismos mesófilos y termófilos facultativos; el segundo óptimo, entre 45° y 65° C, se debería a la actividad de los termófilos. Witkamp (1963) ha informado que a los 60° C ocurren una serie de procesos de oxidación química, que incrementan los valores de CO₂ desprendido.

Las muestras de suelo incubados con un nivel hídrico de - 0,3 bares, tanto del sector con pradera biestratificada como con pradera herbácea, presentaron el primer máximo respiratorio a los 30° C y el segundo, a los 60° C. Estas experiencias estarían de acuerdo con lo observado por Dommergues y Mangenot (1970).

Las muestras de suelo de ambos sectores, incubadas a - 15 bares presentaron su primer óptimo térmico a los 20° C y el segundo, a los 60° C, para la pradera biestratificada, y a los 40-60° C, para la pradera monoestratificada. Es posible que en suelos donde la principal limitante es el agua, como sucede con los tratamientos a - 15 bares, los microorganismos mesófilos se adapten mejor en el límite inferior de su rango de temperatura (15° - 20° C).

La disminución de las tasas de respiración observadas a los 40° C en todos los tratamientos, excepto en el sector con pradera herbácea, a - 15 bares, podría explicarse porque esta temperatura corresponde al límite extremo, dentro de los rangos de desarrollo de mesófilos y termófilos.

A la tensión de - 15 bares, las tasas de respiración observadas para los diferentes niveles de temperatura no son estadísticamente significativos. A pesar de lo anterior, se insinúa una tendencia análoga al comportamiento obtenido a capacidad de campo (- 0,3 bares), lo que indicaría una atenuación en la respuesta debido al déficit hídrico del suelo, sin modificar la actividad relativa de los microorganismos frente a la temperatura del suelo. Se esboza un leve desplazamiento del primer óptimo térmico desde los 30° a los 20° C, sin existir una evidencia significativa al respecto.

CONCLUSIONES

Las tasas de respiración del suelo presentan dos óptimos térmicos. Estos óptimos se ubicarían entre los 20° y 30° C, el primero, y próximo a los 60° C, el segundo, tendencia que se mantiene entre tensiones de humedad de - 0,3 bares y - 15 bares.

Cuando el suelo se encuentra próximo al punto de marchitez permanente (- 15 bares), el efecto de la temperatura sobre la respiración del suelo se ve considerablemente atenuado. La ausencia de significación estadística, sugiere que la respiración es relativamente independiente de la temperatura cuando el suelo se deseca.

RESUMEN

El estudio se realizó con suelos bajo dos situaciones, en la Región Metropolitana: con cubierta herbácea y con cubierta herbácea más arbustiva. De cada sector se recolectó 40 muestras, ubicadas al azar, hasta 10 cm de profundidad.

Las muestras compuestas (para cada sector) fueron secadas al aire y tamizadas a 2 mm, colocando 50 g en un Erlenmeyer de 500 ml.

Se consideró cinco niveles de temperaturas (10, 20, 30, 40 y 60° C) y dos de humedad (-0,3 y -15 ba-

res). Las extracciones de CO₂ se hicieron al 40, 60, 130, 200, 270 y 370 días de incubación.

Las tasas de respiración del suelo presentaron dos óptimos: entre 20 y 30° C y próximo a los 60° C, bajo ambas tensiones de humedad. Sin embargo, este efecto de la temperatura se vio considerablemente atenuado, al acercarse al punto de marchitez permanente (-15 bares). La ausencia de significación estadística, sugiere que la respiración es relativamente independiente de la temperatura, mientras el suelo se deseca.

LITERATURA CITADA

- CALLEJAS, M. 1969. Etude des activités biologiques du sol de trois groupements végétaux de la série du Chêne vert: le Quercetum ilicis, le Cocciferetum, le Branchypodietum ramosi. These Docteur. Faculté des Sciences. Montpellier. 150 p.
- CHOU DHURY, M.S. and CORNFIELD, A.H. 1978. Nitrogen and carbon mineralization during incubation of two Bangladesh soils in relation to temperature. *Plant and Soil* 49: 317-321.
- CHRISTIE, E.K. 1979. Ecosystem processes in semi arid grassland. II. Litter production, decomposition and nutrient dynamics. *Aust. J. Agric. Res.* 30: 29-42.
- DOMMERGUES, Y. et MANGENOT, F. 1970. *Ecologie Microbienne du sol*. Paris, Masson. 796 p.
- DROBNIK, J. 1960. Primary oxidation of organic matter in the soil. 1. The form of respiration curves with glucose as the substrate. *Plant and Soil* 12: 199-211.
- HUNT, H.W. 1977. A simulation model for decomposition in grasslands. *Ecology* 58: 469-484.
- MENIEUX, J.J.; CORNIC, G. et SCHAEFER, R. 1983. Exploration des réponses respiratoires immédiates d'un andisol en fonction de modulations physico-chimiques du milieu ambiant. 108° Congrès National des Sociétés Savantes, Grenoble, Sciences, Fasc. I: 137-150.
- SINGH, J.S. and GUPTA, S.R. 1977. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. *Bol. Rev.* 43 (4): 449-528.
- VARNERO, M.T. 1978. Dinámica de la mineralización de la materia orgánica en suelos del Norte Chico. En: Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo, 2º, Santiago, 17-20 octubre, 1978, Tomo II. Santiago, U. de Chile. Fac. de Agronomía. p.: 377-386.
- VARNERO, M.T.; ESPINOSA, M. y SANTIBAÑEZ, F. 1982. Influencia de la humedad y la temperatura del suelo en la descomposición *in situ* de la materia orgánica. XXXIII Jornadas Agronómicas. 13-16 septiembre, 1982. Santiago-Chile.
- WITKAMP, M. 1963. Microbial population of leaf litter in relation to environmental conditions and decomposition. *Ecology* 44: 370-377.