

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE UN NATRACUALF. EFECTO DEL AGROPIRO

Antonio Irigoyen y Nérida Giambiagi

CIRN, INTA. Villa Udaondo, 1712 Castelar.

RESUMEN

Se evaluó biomasa microbiana en base a contenido de CO_2 -C y N, respiración microbiana, actividad ureásica, mineralización del carbono orgánico del suelo y recuento bacteriano (ufc) en cuatro situaciones: Natracualf sin vegetación (tomado como referencia), Natracualf con especies halófilas espontáneas (*Distichlis sp.* entre otras), Natracualf implantado con agropiro (*Elymus elongatus ssp. ponticus* Podp. Melderis) y Hapludol con vegetación de gramíneas espontáneas. El Hapludol manifestó superioridad en casi todas las características analizadas respecto a las restantes situaciones (biomasa de C y N, actividad ureásica, recuento total bacteriano). El Natracualf con agropiro presentó un contenido microbiano (biomasas y recuento bacteriano) y actividad ureásica elevados, próximos al Hapludol, lo que marcaría la importancia de esta técnica de implantación en un suelo halomórfico. Se encontró una alta correlación entre la biomasa de C y la biomasa microbiana de N. El recuento bacteriano no correlacionó bien con la biomasa de N y lo hizo moderadamente bien con la biomasa de C.

Palabras clave: Natracualf, agropiro, recuperación de suelos, biomasa microbiana.

MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF A NATRAQUALF. EFFECT OF WHEATGRASS

ABSTRACT

Microbial biomass (CO_2 and N), microbial respiration, urease activity, organic C mineralization and bacterial counts were determined in four situations: Natraqualf without vegetation cover, Natraqualf under halophytic species (*Distichlis sp.*, among others), Natraqualf grown with wheatgrass (*Elymus elongatus ssp. ponticus* Podp. Melderis) and Hapludoll under spontaneous species. The Hapludoll showed superiority in most of the characteristics studied (microbial biomass CO_2 -C and N, urease activity, bacterial counts) with respect to the other situations. The Natraqualf with wheatgrass presented a high microbial quantity (biomass C and N, bacterial counts) and urease activity, which approached the Hapludoll, this would reveal the importance of this practice in a halomorphic soil. A high correlation between microbial biomass CO_2 -C and N was found. Bacterial counts were not correlated with microbial biomass N and it was moderately correlated with microbial biomass CO_2 -C.

Key words: Natraqualf, wheatgrass, soil reclamation, microbial biomass.

INTRODUCCION

Los microorganismos heterótrofos controlan el flujo de C y el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas terrestres. El gran tamaño de la biomasa microbiana del suelo resulta el principal factor que disminuye los nutrientes durante la inmovilización del C (crecimiento) y que los aumenta durante la mineralización (muerte). La importancia de los microorganismos en el funcionamiento del ecosistema ha conducido a un gran interés en la determinación de la biomasa microbiana del suelo (Paul y Voroney, 1984).

El mejoramiento de los suelos sódicos involucra la aplicación de enmiendas (yeso, caliza) o la modificación del perfil del suelo mediante aradas profundas, por ejemplo. Sauberán y Molina (1963, 1965) proponen una sucesión vegetal en ciclo ecológico, comenzando con especies tolerantes a la salinidad y finalizando con un cultivo económico, lo que coincide con las ideas de Sandhu y Malik (1975). La utilización de las técnicas anteriores produce frecuentemente marcados cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas. Las investigaciones pasadas han caracterizado los procesos físicos y químicos involucrados, ignorando generalmente los cambios biológicos asociados. Estos últimos constituyen un importante factor a considerar en las transformaciones de la materia orgánica y la estabilidad estructural en suelos halomórficos (salinos, salino-sódicos y sódicos).

En el presente trabajo se estudiaron aspectos del ciclo del C y del N relacionados con la microflora tales como biomasa en base al C-CO₂ y al N, respiración del suelo, capacidad de mineralización

del C del suelo, actividad enzimática (ureasa) y recuento bacteriano (ufc).

MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron suelos de una toposecuencia ubicada en el partido de Carlos Tejedor, cerca de la localidad de Pasteur, Pampa Arenosa, NO de la provincia de Buenos Aires. Se muestreó en una parcela de media hectárea, en forma aleatoria para cada situación de estudio. Estas consistieron en: Natracualf sin vegetación; Natracualf con especies halófilas espontáneas (*Distichlis sp.* entre otras); Natracualf implantado con Agropiro (*Elymus elongatus ssp. ponticus* Podp. Melderis) y Hapludol con vegetación y gramíneas espontáneas. Sobre el Natracualf sin vegetación se sembró el agropiro y se la tomó como situación de referencia. Todas constituyeron áreas de clausura.

Se extrajeron tres muestras compuestas por diez submuestras de los primeros 15 cm de perfil en abril de 1988. Se eliminó el exceso de humedad por exposición al aire y tamizado de las muestras por tamiz de 4,75 mm, coincidiendo la humedad remanente con la humedad equivalente para cada suelo. Esta se determinó por el método de Mizuno et al. (1978).

Las características químicas de los suelos estudiados se indican en la Tabla 1. A los datos obtenidos para las variables biológicas estudiadas se les aplicó en todos los casos el análisis de varianza y el test de Tukey.

Tabla 1. Características físico-químicas de los suelos (0-15 cm).

Características Suelos y Tratamiento	pH (pasta)	C %	MO %	N %	C/N	Extracto de Saturación					RAS	PSI %
						pH	CE dS/m	Ca	Mg meq/l	Na		
Natracualf sin vegetación	8,2	0,49	0,85	0,05	9,4	8,8	31,3	3,04	13,8	337	116	68,2
Natracualf con veg. halófila	8,1	0,8	1,4	0,07	11,3	8,5	37,4	6,2	11,4	816	274	79,2
Natracualf con agropiro	8	1,06	1,8	0,1	10,7	7,9	19,3	8,66	12,8	301,6	93,5	56,2
Hapludol	5,7	2,3	3,97	0,2	11,3	7,1	0,99	3,9	8,86	4,7	1,86	1,53

(1) Walkley y Black. (2) Kjeldahl.

Se determinó la biomasa microbiana en base al C-CO₂ según el método de Jenkinson (1966) de fumigación con cloroformo, con las modificaciones de Chaussod y Nicolardot (1982). Se realizaron 2 incubaciones consecutivas de 7 días cada una a 28° C. La segunda se realizó para descontar el C no biomásico de la primera incubación. El C de origen biomásico fue afectado por un coeficiente (Kc) de 0,45. La biomasa microbiana en base al N se determinó a través del método de Shen et al. (1984). Las muestras fumigadas por 20 horas con cloroformo fueron incubadas por 10 días a 28° C y luego de extraído con CIK 2 M, se procedió a determinar el N-(NO₃⁻ + NO₂⁻) y N-NH₄⁺ por el método de Bremner y Keeney (1966). Se descontó el valor obtenido en la muestra testigo sin fumigar y se afectó esta diferencia con un coeficiente (Kn) de 0,68. Se tuvo en cuenta, de acuerdo con lo propuesto por los autores el NH₄⁺ volatilizado durante la incubación. Como se verá, la alcalinidad de la mayoría de los suelos hizo necesaria su determinación. La misma consistió en captar el NH₃ desprendido en una solución de SO₄H₂ para su posterior valoración por destilación al vapor. La actividad ureásica del suelo se determinó según el método colorimétrico de Hoffmann y Teicher (1961). Los suelos fueron secados y tamizados por 2 mm previamente al ensayo. La respiración microbiana se realizó en base al método de Jenkinson y Powlson (1976). Se analizó la respiración acumulada al cabo de 20 días para las 4 situaciones. El porcentaje de C orgánico mineralizado se calculó correlacionando el C mineralizado como CO₂ acumulado con el C orgánico inicial del suelo. Para cada situación se realizó el recuento de la microflora bacteriana. Se hicieron siembras por triplicado en placas, de cada dilución final, con un medio agar extracto de levadura (Stevenson y Rouatt, 1953) y se incubaron a 28° C. A los 7 días se realizó el recuento de las colonias bacterianas y se expresó en número de unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo de suelo seco (g ss).

RESULTADOS

Como se puede apreciar en la Fig. 1, la biomasa de C-CO₂ presentó diferencias significativas entre el Hapludol y el Natracualf con agropiro vs. el Natracualf sin vegetación. Se pone en evidencia el gran efecto rizosférico y el aporte de la parte aérea en la biomasa microbiana del Natracualf con agropiro respecto del Natracualf sin vegetación tomado como referencia. Este efecto se manifestó en sólo 3 años de agropiro. Se puede observar

(Fig. 2) que el aumento de biomasa microbiana guarda relación con el gráfico de C orgánico de estos suelos. Incluso, de acuerdo con Anderson (1988), pudo haber existido alguna subestimación de la biomasa del Hapludol por la acidez del suelo.

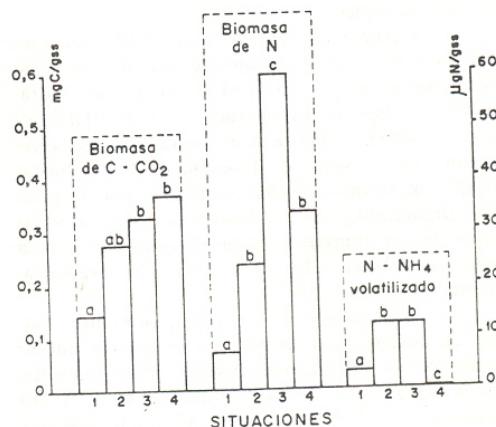


Fig. 1. Biomasa de C-CO₂, biomasa microbiana de N y N-NH₄⁺ volatilizado; 1. Natracualf sin vegetación; 2. Natracualf con vegetación halófila; 3. Natracualf con agropiro; 4. Hapludol. Letras diferentes para cada situación en cada característica estudiada indican diferencias (Tukey, 0,05).

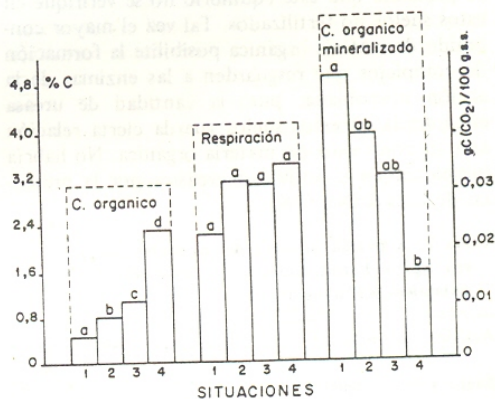


Fig. 2. Carbono orgánico mineralizado, y respiración microbiana. 1. Natracualf sin vegetación; 2. Natracualf con vegetación halófila; 3. Natracualf con agropiro; 4. Hapludol. Letras diferentes para cada situación en cada característica estudiada, indican diferencias (Tukey, 0,05).

En el caso de la respiración microbiana (Fig. 2), no hay diferencias significativas entre los suelos, aún cuando el Natracualf sin vegetación tiende a quedar rezagado respecto a los otros tres. Mallohi y Jacquin (1985) observaron menor biomasa y respiración en un suelo salino-sódico respecto de uno no sódico.

La biomasa en base al N del Natracualf con agropiro fue significativamente mayor que la de los restantes tratamientos (Fig. 1). La del Natracualf con especies espontáneas y la del Hapludol fueron ambas superiores al Natracualf sin vegetación. Dicho valor de biomasa de N del Natracualf con agropiro podría explicarse por un posible predominio en su microflora de bacterias respecto de hongos o actinomicetes ya que la relación C/N en ellos es 5, 10 y 15, respectivamente (Alexander, 1977).

La urea es uno de los fertilizantes más usados en nuestro país; de allí el interés en la amonificación. La enzima responsable de la hidrólisis es la ureasa. La Tabla 2 muestra la actividad ureásica en las 4 situaciones. Se puede observar que el Hapludol superó a las restantes situaciones. Lo siguió el Natracualf con vegetación espontánea que fue aproximadamente el doble de la del Natracualf sin vegetación. El pH de estos suelos asciende en relación inversa a la cantidad de enzima disponible, lo que llama la atención, pues la ventaja ecológica que tienen los urolíticos es que el NH_3 libre que forman mata a las bacterias competidoras (Stainer et al., 1976). Sin embargo, es probable que este equilibrio no se verifique en estos suelos no fertilizados. Tal vez el mayor contenido de materia orgánica posibilite la formación de complejos que resguarden a las enzimas de la acción microbiana, pues la cantidad de ureasa encontrada en estos suelos guarda cierta relación con su contenido de materia orgánica. No habría inhibición en la actividad ureásica por la presencia de sales (ClNa, ClK).

Tabla 2. Actividad ureásica de los suelos, media y desvío típico. Letras diferentes indican diferencias entre tratamientos (Tukey, 0,05).

Actividad enzimática	Ureasa ($\mu\text{g N-NH}_4^+/\text{g s.s.h}$)	
Suelos y Tratamientos		
Natracualf sin vegetación	0,91 \pm 0,13	d
Natracualf con veg. halófila	1,9 \pm 0,44	c
Natracualf con agropiro	3,24 \pm 0,31	b
Hapludol	4,32 \pm 0,93	a

Por otra parte, la similitud entre las respiraciones determinó que el histograma correspondiente a la fracción de C orgánico mineralizado presentara un orden inverso al del C orgánico del suelo (Fig. 2). La fracción de C orgánico mineralizado en el Natracualf sin vegetación resultó significativamente superior a la del Hapludol. Esto podría indicar que la materia orgánica se encuentre menos humificada en el Natracualf sin vegetación.

En relación con el recuento de la flora total bacteriana (Tabla 3), se encontraron diferencias entre el Hapludol y el agropiro vs. el Natracualf con especies espontáneas y el Natracualf sin vegetación; estos dos últimos se diferenciaron entre sí. Se evidencia aquí también un efecto del tratamiento con agropiro sobre el recuento bacteriano en relación al Natracualf sin vegetación tomado como referencia. Pero no se encontró una flora bacteriana más rica en el Natracualf con agropiro como lo hacía prever la biomasa de N (si bien estadísticamente no mostró diferencia con el Hapludol). Para su interpretación cabal es necesario profundizar estos estudios.

Tabla 3. Recuento de la flora bacteriana para los cuatro suelos estudiados, media y desvío típico. Letras diferentes indican diferencias entre tratamientos (Tukey, 0,05).

Flora total bacteriana	Nº de colonias (ufc). $10^5/\text{g ss}$	
Suelos y Tratamientos		
Natracualf sin vegetación	0,38 \pm 0,05	c
Natracualf con veg. halófila	8 \pm 1,5	b
Natracualf con agropiro	97 \pm 31	a
Hapludol	135 \pm 43	a

Se observó buena correlación (0,82) y fue altamente significativa (0,006) entre las biomásas de C y de N. Entre recuento bacteriano y biomasa de C se observó una correlación adecuada (0,72) y significativa (0,03), pero entre biomasa de N y recuento bacteriano no fue significativa más que al 11 % (Tabla 4). La Fig. 3 permite visualizar dichas correlaciones. Las biomásas microbianas de C y de N consideran todos los microorganismos del suelo (bacterias, hongos, actinomicetes, algas, protozoarios), pero el recuento contempla sólo la flora bacteriana.

Tabla 4. Coeficientes de correlación parcial y nivel de significancia entre biomasa de C-CO₂, biomasa de N y recuento de la flora bacteriana, para los cuatro suelos estudiados.

Comparación	r	Nivel de significancia
Biomasa C-CO ₂ vs Biomasa N	0,825	0,006
Biomasa C-CO ₂ vs Recuento	0,719	0,029
Biomasa N vs Recuento	0,565	0,113

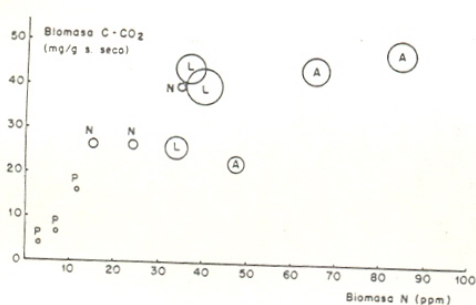


Fig. 3. Correlación parcial entre biomasa de C-CO₂, biomasa de N y recuento de la flora bacteriana (ufc), para los cuatro suelos estudiados. L. Hapludol; A. Natracualf con agropiro; N. Natracualf con vegetación halófila; P. Natracualf sin vegetación. Círculos = Recuento de ufc. El radio indica su proporcionalidad respecto del mayor (100. 10⁵ ufc).

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento "Natracualf sin vegetación" y "Natracualf con agropiro" (de 3 años de vida) a favor del segundo de ellos, en biomasa de C-CO₂ y de N, actividad ureásica y recuentos microbianos.

En ciertos casos (biomasa de C-CO₂, recuento de colonias), el suelo con agropiro no difirió significativamente del libre de sales y Na (Hapludol). Ello indica que en el suelo tratado se habría producido cierta "recuperación", según indican algunos parámetros biológicos.

El C orgánico mineralizado fue significativamente más alto en el suelo salino-alcalino desnudo que en el Hapludol, indicando que en el primero el grado de humificación de la materia orgánica fue más bajo.

AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Agrs. Roberto R. Casas y A. Pittaluga, por el suministro de las muestras. Al personal del Laboratorio de Química del Instituto de Edafología por las determinaciones realizadas. Al Lic. Carlos Del Santo por su participación en el análisis estadístico. Al Ing. Agr. Martín Alonso por la lectura crítica del manuscrito. Al CONICET por el subsidio otorgado para la realización del proyecto denominado "Mineralización del Nitrógeno en Suelos de la Pradera Pampeana".

REFERENCIAS

- Alexander, M., 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons.
- Anderson, J. P. E., 1980. Soil Respiration. En: Page, A. L. et al. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monographs. 9: 831-871.
- Bremner, J. M. y D. R. Douglas, 1971. Inhibition urease activity in soils. Soil Biol. Biochem., 3: 297-307.
- Bremner, J. M. y L. A. Keeney, 1966. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chim. Acta. 32: 485-495.
- Chaussod, R. y B. Nicolardot, 1982. Mesure de la biomasse microbienne dans les sols cultivés. Rev. Ecol. Biol. Sol., 19: 501-512.
- Hoffmann, G. y K. Teicher, 1961. A colorimetric technique for the determination of urease activity in soils. Plan Bod., 95: 55-63.
- Jenkinson, D. S., 1966. Studies on decomposition of plant material in soil. J. Soil Sci., 17: 280-302.
- Jenkinson, D. S. y D. S. Powelson, 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A. Method for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem., 8: 209-213.
- Mallouhi, N. y F. Jacquin, 1985. Essai de corrélation entre propriétés biochimiques d'un sol salsodique et sa biomasse. Soil Biol. Biochem. 17: 23-37.
- Mizuno, I.; Arrigo, M. y H. Svartz, 1978. Método de determinación rápida de la humedad equivalente. Resúmenes Actas de la 8^o Reunión de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires, p. 4.
- Paul, E. A. y R. Voroney, 1984. Determinación of Kc and Kn in situ for calibration of the chloroform fumigation - incubation methods. Soil Biol. Biochem., 16: 9-14.

- Sandhu, G. R. y K. A. Malik, 1975. Plant Succession, a key to the utilization of saline soils, *Nucleus (Calcutta)*, 12: 1-35.
- Sauberan, C. y J. S. Molina, 1963. Recuperación de terrenos salitrosos por métodos biológicos. *Ciencia e Investigación*, 19: 449-458.
- Sauberan, C. y J. S. Molina, 1965. Reclamation of sodic soils by biological methods. *Agrochem. and Soil Sci. Supplem. Symp. on Sodic Soils (UNESCO)*, Budapest, 14: 411-414.
- Shen, S. M., G. Pruden y D. S. Jenkinson, 1984. Mineralization and immobilization of nitrogen in fumigated soil and the measurement of microbial biomass nitrogen. *Soil Biol. Biochem.*, 16: 437-444.
- Stainer, R.; E. A. Adelberg y J. Ingraham, 1976. *The Microbial World*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, Fourth Ed. 651 p.
- Stevenson, I. L. y J. W. Rouatt, 1953. Qualitative studies of soil microorganisms. *Can. J. Botany*, 31: 438-447.