

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE LA RESPIRACIÓN BASAL EN SUELOS PREVIAMENTE SOMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE LABRANZA

Audry García y Carmen Rivero

Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía,
Universidad Central de Venezuela. garciaaudry@gmail.com , criver@ewinet.com

RESUMEN

Se realizó un ensayo en condiciones de invernadero con un suelo proveniente del estado Portuguesa, Venezuela, a fin de evaluar el efecto del uso de residuos vegetales (RV) sobre la respiración basal, en suelos manejados bajo labranza convencional por más de 20 años y siembra directa por más de 14 años, en ambos casos bajo monocultivo de maíz. Se aplicaron seis tratamientos: **LCST** (labranza convencional sin residuos), **LCRS** (labranza convencional + residuos en superficie), **LCRI** (labranza convencional + residuos incorporados), **SDST** (siembra directa sin residuos), **SDRS** (siembra directa + residuos en superficie), **SDRI** (siembra directa + residuos incorporados). Se determinó la respiración basal hasta los 42 días. En general, la respiración basal como respuesta a la aplicación de residuos orgánicos en los suelos estudiados presentó una dinámica similar. No obstante, la mayor producción de CO₂ se observó en los suelos provenientes de siembra directa donde el residuo fue incorporado.

Palabras clave: *labranza, evolución de CO₂, siembra directa, respiración basal, residuo de maíz*

INTRODUCCIÓN

La instrumentación de sistemas de manejo de suelos que promuevan la sostenibilidad ha sido una constante en los últimos tiempos. Sin embargo, se hace hincapié en la necesidad de disponer de parámetros de medición sencilla que generen información apropiada sobre los cambios, que producirán dichas prácticas en el suelo, a largo plazo. Un parámetro ampliamente utilizado para medir la actividad microbiana en los suelos ha sido la respiración basal o tasa de respiración (respiración atribuida solo a microorganismo), la cual es expresada como el C-CO₂ liberado por día y gramos de suelo (Moreno *et al.*, 1999). Esta representa la oxidación de la materia orgánica hasta la formación del CO₂ por organismos aeróbicos del suelo, que por lo tanto utilizan O₂ como aceptor final de electrones.

La mayoría de las investigaciones se han basado en incubaciones de suelo, ya sea *in situ* o en laboratorio, con medición de productos finales como CO₂ y NO₃⁻, esto ha permitido conocer la mineralización y estabilidad del carbono C en relación a la cantidad y calidad de la MO presente y las prácticas de manejo agronómico (Zagal *et al.*, 2002). Es decir que la evolución o producción de CO₂ en el suelo es usada como un índice de la actividad biológica, la misma es afectada por los cambios en la disponibilidad de humedad en los suelos y básicamente por la disponibilidad de sustratos (Nannipieri *et al.*, 1990).

El objetivo de este trabajo fue evaluar, en un experimento de invernadero, el efecto del uso de residuos vegetales sobre la respiración basal en suelos manejados bajo labranza convencional y siembra directa, durante largos periodos de tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un suelo proveniente del estado Portuguesa, Venezuela, de origen aluvial, profundo, de fertilidad media a alta. Sus principales características se muestran en el cuadro 1. En dicho suelo se ubicaron dos lotes uno sometido a labranza convencional por más de 20 años con esta modalidad y otro sometido a siembra directa por más de 14 años en ambos casos bajo monocultivo de maíz. Las muestras correspondieron a una profundidad de 0 -17 cm. El suelo fue tamizado a 4 mm y colocado en envases plásticos de 18 litros de capacidad, se le incorporó 8 Mgha^{-1} residuo de maíz en trozos o secciones de 2 cm, lo que generó seis tratamientos: **LCST** (labranza convencional sin residuos), **LCRS** (labranza convencional + residuos en superficie), **LCRI** (labranza convencional + residuos incorporados), **SDST** (siembra directa sin residuos), **SDRS** (siembra directa + residuos en superficie), **SDRI** (siembra directa + residuos incorporados), los tratamientos se mantuvieron a 70% de su capacidad de campo y a una temperatura promedio de 28°C . La reposición de humedad se hizo con base a la pérdida de peso. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento.

Cuadro 1. Características de los sitios bajo estudio

Manejo	CO (g.kg^{-1})	CE (ds.m^{-1})	pH (1:1 agua)	N (g.kg^{-1})	P	K	Ca (mg.kg^{-1})	Mg	Textura
Labranza Convencional	18,2	0,23	5,63	1,89	200	23	3888	656	FL
Siembra Directa	28,13	0,47	5,22	2,87	317	145	2467	338	FL

Se realizaron muestreos a los 7, 14, 21, 28, 32 y 42 días, de iniciada la incubación. La determinación del CO_2 producido se realizó por aplicación el método de la jarra cerrada (Anderson, 1982), mediante la captura del CO_2 en una trampa de álcali. El CO_2 capturado, fue determinado por titulación previa adición de BaCl_2 0,5 M con el fin de precipitar el CO_2 absorbido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto de la interacción suelo-tratamientos se observa que, la conjunción del suelo proveniente de labranza convencional e incorporación de residuos provocan los mayores valores de producción de CO_2 (cuadro 2). Sin embargo, también RI induce los mayores valores el suelo proveniente de SD, en ambos casos el incremento es significativo ($P < 0,05$).

Estos resultados podrían explicarse debido a que los RV incorporados, se descomponen más rápidamente que los dejados en superficie, gracias a condiciones más favorables de humedad y temperatura básicamente y a que tienen un íntimo contacto con la comunidad microbiana, lo que facilita la actividad de descomposición (Galantini y Suner, 2008).

Cuadro 2. Efecto de la interacción suelo por tratamiento sobre la producción de CO₂ de los suelos proveniente de labranza convencional y siembra directa

Tratamientos	Labranza Convencional (mg CO ₂ g.suelo ⁻¹ .día ⁻¹)	Siembra Directa (mg CO ₂ g.suelo ⁻¹ .día ⁻¹)
Sin residuos	59,80 c	74,74 b
Residuos incorporados	90,27 a	83,79 a
Residuos en superficie	73,91 b	80,43 ab

* medias seguidas de iguales letras no son estadísticamente diferentes (P<0,05)

En el caso de SD los incrementos en la producción de CO₂ son similares para ambas formas de aplicar el residuo (RI y RS), lo que permite inferir que este elevado incremento de CO₂ podría ser atribuido al contenido alto de CO en el suelo (cuadro 1) y a que no existe un efecto limitante en la localización del residuo utilizado, dicho residuo aporta gran parte de la materia orgánica que estimula el desarrollo de los microorganismos lo que genera una mayor tasa de respiración (Hernández *et al.*, 2006).

La variable evaluada, también fue influenciada por el sistema de labranza (cuadro 3), una mayor producción de CO₂ fue obtenida en el suelo proveniente de SD, este efecto es atribuido al mayor aporte de material vegetal en los primeros centímetros del suelo (mayores poblaciones de microorganismos). Matson *et al.*, (1997) indica que, luego de aplicar siembra directa, durante varios años, el tenor de materia orgánica es más alto en superficie y esto hace aumentar la población microbiana.

Cuadro 3. Efecto de labranza sobre la producción de CO₂ en suelos provenientes de labranza convencional y siembra directa

Suelos	Producción de CO ₂ (mg CO ₂ gsuelo ⁻¹ día ⁻¹)
Labranza Convencional	59,80 b
Siembra Directa	74,74 a

* medias seguidas de letras iguales son estadísticamente diferentes (P<0,05)

* DMS: 4,175

La dinámica de la respiración edáfica basal, expresada en mg CO₂ liberado por día y gramo de suelo, se muestra en las Figuras 1 y 2. En la misma se aprecia que la incorporación del residuo orgánico, provocó incrementos en los volúmenes de respiración, los cuales resultaron significativamente (P<0,05) diferentes al tratamiento control.

La Figura 1 ilustra el efecto de los tratamientos sobre la producción de CO₂ en el suelo proveniente de LC. Los resultados permitieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas para los días 7, 14, 21 y 28 días para los tratamientos RI y RS con respecto al tratamiento control, lo que indica que las adiciones de estos residuos orgánicos estimulan la actividad microbiana durante este periodo lo que indica que las adiciones de estos residuos orgánicos estimulan la actividad microbiana durante este período (más evidentemente para los días 7 y 28).

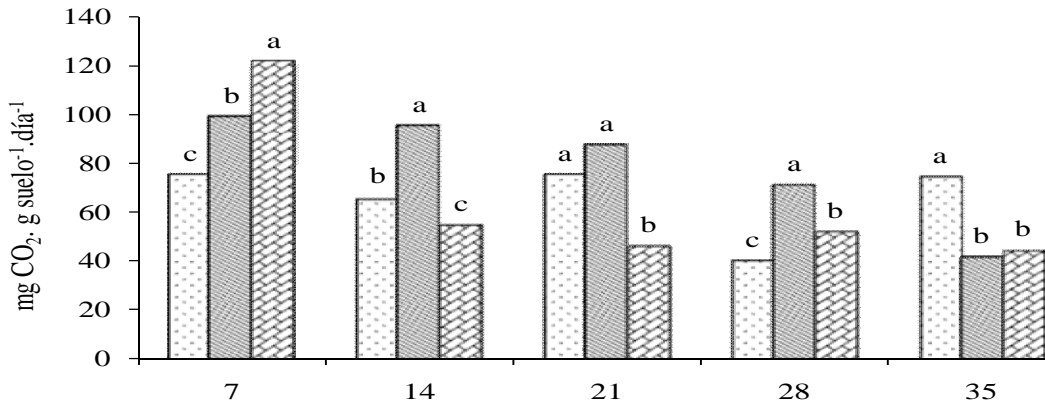


Figura 1. Dinámica de la producción de CO₂ del suelo proveniente de labranza convencional durante 42 días de incubación.

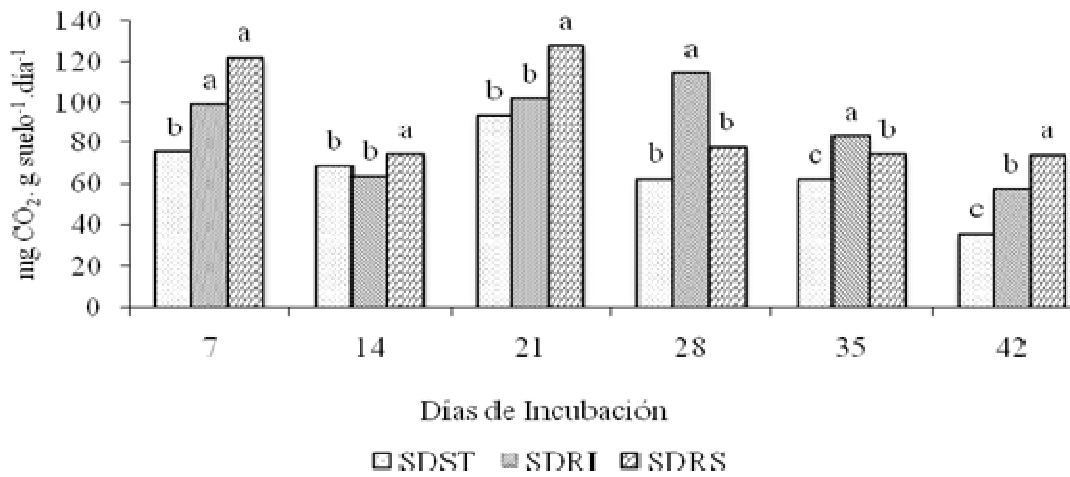


Figura 2. Dinámica de la producción de CO₂ del suelo proveniente de siembra directa durante 42 días de incubación.

El efecto estimulante es discreto, esta aparición de incrementos en diferentes puntos de la dinámica estaría vinculada por una parte a la presencia, en el material orgánico de compuestos con diferente grado de recalcitrancia química (Galantini y Suner, 2008) y por la otra, a la sucesión poblacional que se produce en el suelo, es decir la aparición y desaparición de especies de microorganismos con diferente capacidad para degradar productos orgánicos (no comprobado en este experimento).

El descenso sostenido en la evolución de CO₂, después de los 14 días, aún cuando con diferencias significativas entre los tratamientos permite inferir que el efecto durante la incubación en laboratorio es temporal y que un efecto positivo a largo plazo estaría vinculado a la sistematización de la práctica de adición de RV en condiciones de campo en el suelo evaluado. Esto coincide con los resultados de Rivero y Paolini (1995) quienes

diferencias significativas en la descomposición de residuos orgánicos detectables como máximo hasta los treinta días. Los valores máximos observados, se ubicaron a los 7 y 14 días después de la incorporación del RV, esto sugiere que los microorganismos nativos se activan e inician su rápida degradación. A los 35 días ocurre un decrecimiento gradual de la respiración consecuencia de la presencia de materiales de mayor resistencia.

Con respecto al suelo proveniente de siembra directa, Figura 2, los valores más alto de CO₂ se observaron a los 7, 21 y 28 días de la adición de los RV, sin embargo, la respuesta general es similar a la detectada para el suelo proveniente de LC, donde los máximos valores se generan con el tratamiento de RS a los 7 y 21 días después de iniciada la incubación. Los mayores incrementos de la respiración se concentraron, para todos los tratamientos, a los 21 días de incubación como máximo (aunque la evolución de CO₂ en los tratamientos RI y RS es muy similar entre los días 7 y 21), lo que pudiera indicar que el residuo orgánico contiene una proporción importante de compuestos carbonados fácilmente degradables (Anderson y Domsch, 1989). Al igual que el suelo proveniente de LC la producción de CO₂ decrece con el tiempo de incubación, este tipo de respuesta se considera consecuencia de un remanente de compuestos carbonados menos degradable, fracciones que como se sabe irán a nutrir la materia orgánica estable del suelo.

Un parámetro que se ha usado para diferenciar el efecto de la adición de distintos tipos de RV es la respiración acumulada (sumatoria de las respiraciones parciales), que no es más que el volumen total de CO₂ producido durante el proceso de incubación. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos.

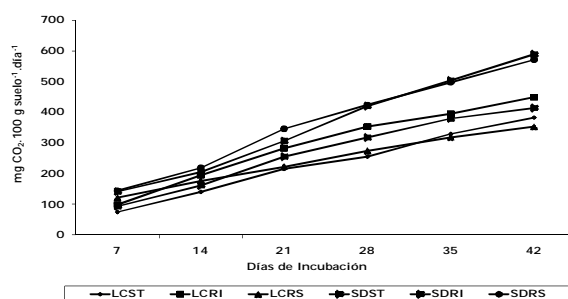


Figura 3. Evolución de CO₂ en suelos provenientes de labranza convencional y siembra directa durante un período de incubación de 42 días

Las mayores producciones de CO₂ y por tanto de actividad microbiana, se registraron en el suelo proveniente de siembra directa para ambas formas de aplicar el residuo, RI y RS, en comparación con los valores encontrados en el suelo bajo labranza convencional.

La cercanía en la magnitud de los niveles de respiración para ambos tratamientos, refleja que el uso de siembra directa tiene, a corto y mediano plazo, efectos significativos en la conservación de la materia orgánica, lo que permite mantener mayores niveles de biomasa microbiana y una mayor residualidad del aporte carbonado (Galantini y Suner, 2008).

Es importante señalar que para este estudio se efectuaron análisis de correlación entre las variables evaluadas, no encontrando correlaciones lineales que permitieran identificar si existen dependencias entre estas.

CONCLUSIONES

La respiración basal como respuesta a la aplicación de residuos orgánicos en los suelos estudiados presentó una dinámica similar, lo que demuestra que la actividad microbiana es estimulada por la adición de residuos orgánicos que contienen carbono fácilmente degradable. Sin embargo, la mayor producción de CO₂ se observó en los suelos provenientes de siembra directa y donde el residuo fue incorporado (RI).

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J.P. 1982. Soil respiration. In: Methods of Soil Analysis. Part 2. Second edition. Chemical and microbiological properties. Al Page. R.H Miller and D.R Keeney. (Eds). American Society of Agronomy. Madison W.I. pp. 831-871.
- ANDERSON, J.P.E. Y K.H. DOMSCH. 1989. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. Soil Sci. 130: 211-216.
- GALANTINI, J.A. Y L. SUNER. 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. Agriscientia (Córdoba), 25:41-55.
- HERNÁNDEZ M. T.; C. CHOCANO; J. MELGARES DE AGUILAR; D. GONZÁLEZ Y C. GARCÍA. 2006. Incidencia de enmiendas orgánicas sobre la calidad del suelo en ciruelo. VII Ecológico Congreso Seae Zaragoza N° 26.
- MATSON, P.A.; W, J. PARTON; A.G. POWER y M. J. SWIF. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties, Science 277: 504-509.
- MORENO, J.L.; HERNÁNDEZ T. Y GARCÍA C. 1999. Effects of cadmium contaminated sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in arid soil. Biol. Fertil. Soils. 258: 230-237.
- NANNIPIERI, P.; B. CECCANTI Y S. GREGO, 1990. Ecological significance of biological activity in soil, in: Bollag, J.M., Stotzky, G. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 6. Marcel Dekker, New York, pp. 293-355.
- RIVERO, T. C. Y J. PAOLINI. 1995. Efecto de la incorporación de residuos orgánicos sobre la evolución de CO₂ de dos suelos venezolanos. Rev. Fac. Agron. (Maracay). 21: 37-49.
- ZAGAL, E.; N. RODRÍGUEZ, I. VIDAL Y L. QUEZADA. 2002. Actividad microbiana en un suelo volcánico bajo distinto manejo agronómico. Agricultura Técnica 62(2): 297-309.