

EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA FIJACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO PRODUCTIVO DEGRADADO

Ing. Agr. **Jorge Washington Lanfranco***¹, Ing. Agr. **Andrea Edith Pellegrini**¹,
Abog. **Margarita Antonia Vázquez**², Dr. **Telmo Palancar**¹

¹ Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

² Cátedra I de Derecho Constitucional,
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad Nacional de La Plata.

C.C. 31 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

* janfranco@agro.unlp.edu.ar

Resumen

El aumento en el consumo de energía de las sociedades modernas resulta ser el principal factor de impacto sobre la producción de gases de efecto invernadero (GEI). La problemática de emisión se ve acentuada por la utilización de combustibles fósiles y el deficiente manejo de recursos naturales. Sobre estos últimos se destacan las acciones sobre la degradación de la materia orgánica (MO) de los suelos y el manejo de los residuos orgánicos, que podrían contribuir favorablemente a la mitigación del proceso de calentamiento global.

En la pradera pampeana la pérdida progresiva de MO se ha asociado al agotamiento de nutrientes por el uso agrícola-ganadero no sustentable. Se determinaron pérdidas de hasta 11,5 Mg/ha de carbono orgánico total (COT) en el suelo pudiendo alcanzar en algunos casos entre el 20 y 60% del valor original. En los últimos 25 años se han desarrollado tecnologías más cuidadosas para preservar la MO de los suelos y reducir las emisiones de los residuos. Un aporte neto de MO, nutrientes y fijación de CO₂ en los suelos podría producirse por compostaje de los residuos sólidos urbanos de carácter orgánico, evitando la liberación atmosférica de GEI y aportando entre 0,2 y 0,4 mg de COT por mg de *compost*. El compostaje se define como un proceso de transformación aerobia controlada de los materiales orgánicos contenidos en los residuos por medio de la actividad de los microorganismos, insectos y lombrices obteniendo un producto similar al humus. Es factible de ser utilizado en los suelos como enmienda física y aporte de nutrientes. Lamentablemente ni el marco normativo ni la educación ambiental tratan eficientemente este tema.

El objetivo de este trabajo fue determinar la contribución del manejo aeróbico de los residuos sólidos orgánicos biodegradables en el corto plazo para la recuperación del COT de los suelos productivos y la disminución de emisión de GEI del área metropolitana.

Evaluando el tenor de COT perdido de los suelos por mal uso y el potencial aporte de los residuos del área metropolitana se determinó que el potencial de COT susceptible de ser fijado para remediar los suelos degradados puede alcanzar hasta 67.169 ha/año. Por lo tanto se debería incentivar la producción de *compost* y bioenergía para uso productivo sustentable adoptando la implementación de políticas públicas para gestión de los residuos que se

encuentran previstas en la legislación vigente mediante la educación ambiental y la tecnología disponible.

Palabras clave: residuos * compostaje * remediación * suelo.

Introducción

El aumento en el consumo de energía de las sociedades modernas resulta ser el principal factor de impacto sobre la producción de gases de efecto invernadero (GEI). La problemática de emisión se ve acentuada por la utilización de combustibles fósiles y el deficiente manejo de recursos naturales. Sobre estos últimos se destacan las acciones sobre la degradación de la materia orgánica (MO) de los suelos y el manejo de los residuos orgánicos que podrían contribuir favorablemente a la mitigación del proceso de calentamiento global.

En la pradera pampeana el contenido de MO del suelo puede alcanzar a 10%, siendo valores habituales entre el 3% y 5% constituyendo uno de los indicadores de su calidad (Giuffré *et al.*, 2008). La pérdida progresiva de la materia orgánica se ha asociado al agotamiento y degradación de la salud del suelo por el uso agrícola-ganadero no sustentable. En estas condiciones, suelos fértiles con pocos años de sucesivas cosechas se han convertido gradualmente en menos productivos (Primavesi, 1982).

La materia orgánica contiene los aproximadamente 60 elementos que moviliza la actividad biológica y está compuesta mayoritariamente por carbono (C) 50 a 60%, oxígeno (O) 35 a 45%, nitrógeno (N) 2 a 5% e hidrógeno (H) 4 a 7%. En menor cantidad fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y las trazas de microelementos (Conti, 1998).

Argentina ha incrementado notablemente el uso de fertilizantes en los últimos 15 años aunque en menor cantidad que lo exportado por las cosechas. La estimación indica que se repuso vía fertilización el 28% de N, el 42% de P, menos del 2% de K y el 13% de S de la extracción en grano para la campaña 2004/05, (García, 2007). Los nutrientes en déficit los aporta el suelo con sus reservas y la mineralización oxidativa de la MO, forzada por la aireación con la remoción del suelo, constituyendo un costo oculto de producción; pagado por el medio ambiente al emitir el dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera que estaba fijado en el *stock* de materia orgánica.

En los últimos 25 años se han desarrollado tecnologías más cuidadosas para preservar la MO de los suelos incorporando al sistema de rotación de trigo y/o maíz con siembra directa, mejorando el contenido de materia orgánica del suelo y balance de nutrientes (García, 2007) que se podrían acentuar con la inclusión de praderas permanentes y descansos. No obstante ello el agotamiento de nutrientes no ha sido solucionado en ningún caso de los cultivos extensivos.

Comparando el *stock* de carbono orgánico total (CO) bajo manejos diferentes de los suelos observaremos que éste descende en la medida que se produce una mayor remoción oxidativa. Así Díaz Zorita *et al.*, (2004) y Studdert y

Echeverría (2002) determinaron que una pradera en el Sudeste de la pampa húmeda cuenta con 77,1 mg/ha de COT en el suelo mientras que si se practica agricultura en siembra directa este contenido baja a 74,1 mg/ha y si el uso se realiza bajo una remoción del suelo más intensa con labranza de arado de reja y vertedera su contenido baja a 65,6 mg/ha. Mientras que Casas (2001) estudió comparativamente datos de análisis de suelos y calculó la pérdida de MO entre un 20 al 60%.

Un aporte neto de MO, nutrientes y fijación de CO₂ en los suelos podría producirse por un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos de carácter orgánico biodegradables en el corto plazo. Estos constituyen el 56% del total de residuos generados (OPDS, 2012, www.opds.gba.gov.ar) y quedan depositados en rellenos sanitarios, manejados en forma anaeróbica. De esta forma se facilita la liberación atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI), preferentemente metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). En el área metropolitana existen emprendimientos de CEAMSE para producir energía a partir de CH₄ o bien quemarlo para transformarlo en CO₂, cuyo efecto como GEI es sensiblemente menor que el primero.

La fijación del CO₂ de los residuos se vería favorecida por el tratamiento de residuos en forma aeróbica, mediante el compostaje que se define como un proceso de transformación aerobia controlada de los materiales orgánicos contenidos en los residuos por medio de la actividad de los microorganismos, insectos y lombrices (Pellegrini et al., 2014; Ferruzzi, 1987). Esta transformación genera un producto similar al humus y de relativa estabilización, fijando 50% de COT y libera el 50% restante en forma de CO₂ (Gayoso y Guerra, 2005). El *compost* es factible de ser utilizado en los suelos como enmienda física y aporte de nutrientes. Posee estabilidad ante el agua, homogeneidad, inocuidad que incide favorablemente en suelos de producción (Alladio et al, 2016), aunque los antecedentes en cultivos extensivos son escasos.

Existen emprendimientos de comercialización como tierra enriquecida, sustrato para plantines en huerto, viveros, abono orgánico, acondicionador de suelos o sustrato de cultivos. Además, brindaría una solución sustentable al manejo de los residuos orgánicos urbanos, rurales e industriales.

En los últimos años el incremento progresivo del volumen de residuos producidos ha creado un grave factor de contaminación ambiental demandando su regulación que propicia procesos de reducción, reutilización y el reciclaje. Si bien, el marco normativo en la Argentina, no define la utilización de residuos domiciliarios para la elaboración de compostaje, éste potencial alcanzaría los objetivos del art. 4 de la ley 25916 y los superaría, en el sentido que aportaría en recurso económico. Este último no es valorado en la ley nacional pero si en la provincial n° 13592 (inc 10 y 11 del art 3). Además, se considera insuficiente la presencia de la Educación Ambiental formal y no formal, que si se pregona en todo el plexo normativo.

El objetivo de este trabajo fue determinar la contribución del manejo aeróbico de los residuos sólidos orgánicos biodegradables en el corto plazo para la

recuperación del COT de los suelos productivos y la disminución y calidad de la emisión de GEI del área metropolitana.

Materiales y métodos

1 En diferentes suelos bajo producción se determinó el tenor de COT fijado en la MO por el método de Walkley & Black modificado (PROMAR, 1991).

2. Se determinó la cantidad de residuos orgánicos biodegradables en el corto plazo analizando la estadística de recepción de residuos en el área metropolitana CEAMSE 2015 (ceamse.gov.ar/computos).

4. Se determinó la cantidad de COT susceptible de ser fijado y emitido mediante tratamiento aeróbico y anaeróbico de los residuos orgánicos (Urbáez Méndez, 2016)

5. Se determinó el contenido de MO presente en diferentes tipos de *compost* generados en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales por el método de combustión por ignición (PROMAR, 1991).

Resultados

La Tabla I brinda datos actuales de COT que podrían representar hasta un 50% de los valores originales. Así en clima subtropical de Formosa, Baridón et al., 2012, encontraron que la materia orgánica del monte (Laguna Yema1) disminuyó a la mitad luego de 25 años de actividad agrícola (Laguna Yema2).

¹Densidad aparente del suelo

Localidad	DA ¹ (mg/m ³)	COT (mg/ha)
Saladillo	1,2	48
Castelli	1,1	75
Verónica	1,1	66
Brandsen	1,2	94
Arana	1,2	94
La Plata	1,1	55
Necochea	1,1	55
Gral. Madariaga	1,2	70
Tala (E. Ríos)	1,3	65
Laguna Yema 1 Formosa	1,2	88
Laguna Yema 2 Formosa	1,3	44

Tabla 1. Valores de carbono orgánico (COT) calculado en suelos productivos de diferentes zonas en posición de loma.

En la Tabla II se presentan los resultados obtenidos para la región más densamente poblada de la Argentina y por ende, la mayor productora de residuos. Se calcula la cantidad de residuos de carácter orgánico biodegradables en el corto plazo y la posible emisión de GEI que se producirían según la modalidad de los tratamientos que se efectúen.

Tabla II. Residuos sólidos de CABA y 33 partidos del conurbano bonaerense año 2015 y estimación de fijación y emisión de GEI a la atmósfera según tipo de transformación

	Total residuos ¹	mg/año	5.517.462
	Total habitantes ²		14.404.360
	Producción diaria de residuos/persona	kg/día/persona	1
	Componente orgánico ³	mg/año	3.089.779
Transformación aeróbica ⁴	C fijado en biomasa por proceso de compostaje	mg/año	772.445
	C emitido a atmósfera (CO ₂)	mg/año	772.445
Transformación anaeróbica ⁵	C fijado en biomasa	mg/año	77.244
	C emitido a atmósfera (CH ₄ CO ₂)	mg/año	1.390.400

¹ Fuente estadística CEAMSE 2015.² Fuente censo nacional 2010.³ Cálculo sobre la base que el 56% de los residuos son de naturaleza orgánica (OPDS 2015, www.opds.gba.gov.ar ⁴. El 50% del componente orgánico está formado por C (Ganoso y Guerra, 2005) y de éste el 50% se fija como biomasa y el 50% restante se emite como CO₂ (Urbáez Méndez, 2016).⁵ El 10% del C es fijado en la biomasa y el 90% es emitido como CO₂ y CH₄ (Urbáez Méndez, 2016).

De la Tabla II surge que la emisión de residuos por persona es muy alta si se considera que existen programas para la reducción, reciclado y reutilización de residuos con normativas que conducirían a “basura cero”.

La cantidad de C fijado en la biomasa por transformación aeróbica alcanzaría para reponer su faltante por degradación antrópica en una superficie de hasta 67.169 ha/año.

Si bien la cantidad de C fijado en la biomasa por transformación anaeróbica es menor podría remediar el faltante de C en aproximadamente 6.717 ha/año y a su vez generaría CH₄, cuya emisión podría transformarse en bioenergía.

De la Tabla III surge que en residuos orgánicos compostados el CO representa entre 0,2 y 0,4 mg de COT por mg de *compost*. Por consiguiente, los suelos degradados estudiados por Díaz Zorita *et al. op cit.* y Studdert y Echeverría *op*

cit requerirían entre 38,3 y 57,5 mg/ha para recuperar el contenido original de COT.

Tabla III. Análisis de diferentes *compost* (Gelati y datos propios).

	pH en pasta	Conductividad eléctrica (dS.m-1)	Materia orgánica (%)	Carbono (%)
Cama de conejo	6,9	2,8	48	28
Cama de stud	7,0	6,7	47	27
Cama de pollo parilleros fresca	9,0	21,3	72	42
Cama de pollo parrillero estabilizada (1 año)	6,8	14,9	38	22
Cama de pollo parrillero estabilizada (2 año)	6,9	14,3	37	21
Yerba usada	6,7	2,5	96	56
Yerba compostada	5,7	7,7	74	43

Conclusiones

Debería acentuarse la implementación de políticas públicas para reducir la producción de GEI a partir del manejo de los residuos que se encuentran previstas en la legislación vigente, factible mediante la educación ambiental y la tecnología disponible

La producción de *compost* y de bioenergía a partir de los residuos orgánicos podría disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

La aplicación de *compost* a uso productivo de los suelos mejoraría su fertilidad y aumentaría la fijación de COT como alternativa sustentable.

Referencias bibliográficas.

Alladio R. M.; Errasquin L.; Saavedra A.; Pagnan L. Efecto del aporte de nutrientes del guano y *compost* de gallinas sobre el rendimiento de maíz MAÍZ, Actualización 2016. EEA Marcos Juárez. p51.

Baridón E., Pellegrini A., Lanfranco J. y Cattani V. Variación de la fracción orgánica por agriculturización en alfisoles subtropicales de Argentina. *CienciAgro, Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*. 2012; 2: 371-8,

Casas R R. La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1, 2001.

Conti M. Principios de Edafología con énfasis en suelos argentinos. Ed. Distribución Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires, Argentina, 1998.

Ferruzzi C. Manual de lumbricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1987.

Gayoso J., Guerra J. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile *Bosque*, 2005; 26: 3-33.

Díaz-Zorita M., Barraco M y Alvarez C. Efectos de doce años de labranzas en un Hapludol del noroeste de Buenos Aires. *Ciencia del Suelo* 2004; 22: 11-8.

García Fernando O. Balance de nutrientes del sistema trigo - soja - maíz: balance necesario para un buen cultivo de trigo. *INPOFOS*. 33, 2007.

Giuffré L., Ratto S, Romaniuk R. Indicadores ambientales. En: Agrosistemas: impacto ambiental y sustentabilidad. Editorial Facultad de Agronomía. UBA, 2008; p 1-17.

Pellegrini A, Lanfranco J, Vacisek A, Gelati P, Palancar T. Capacitación para el reciclado de residuos orgánicos. ISBN 978-987-05-4990-1. 2014; p 77.

Primavesi A. Manejo ecológico del suelo. El Ateneo, Buenos Aires. 1982.

PROMAR. AACCS - Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1991; p. 27.

Studdert G, Echeverría H. Agricultura continua, labranzas y carbono orgánico en la capa arable en el sudeste bonaerense. Fertilidad 2002. INPOFOS Cono Sur. 52 pág.

Urbáez Méndez CL, Carballo Abreu L, Arteaga Crespo, Márquez Montesino F. Biomasa alternativa sustentable para la producción de biogás. UPR, FF y A. Cuba, 2002. <http://www.monografias.com/trabajos48/biomasa/biomasa2.shtml>