
Uso de residuos orgánicos de origen urbano-industrial en la agricultura
Use of organic residues from urban-industrial origin in agriculture

Carmen Rivero

Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía UCV, Maracay, Aragua, Venezuela criver@cantv.net

RESUMEN

El incremento de la población mundial, y en consecuencia el explosivo desarrollo industrial del siglo pasado indujo la producción de un elevado volumen de productos considerados marginales, desde el punto de vista energético, agrupados bajo el término genérico de “desechos”. Estos materiales deben ser eliminados de los ecosistemas para evitar el efecto degradador de la calidad del ambiente.

Por otra parte, la ingente necesidad de producir alimentos llevó a un uso intensivo de la tierra provocándose un agotamiento de los suelos debido a la exportación, vía cosecha, de grandes cantidades de elementos nutritivos y la desaparición progresiva de su fracción orgánica. La conjugación de ambas problemáticas llevó a visualizar el uso agrícola de los desechos como una solución que se asemeja en buen grado a un equilibrio natural.

En este caso se revalorizaría el “desecho” deslastrándolo de su carácter contaminante y se estarían añadiendo al suelo materiales orgánicos, que como se ha comentado, cumplirían dos funciones: suministrar nutrimentos para los cultivos, vía mineralización y mantener el “pool” orgánico del suelo, vía humificación.

El uso de estos materiales permitiría lograr algunos de los siguientes objetivos: Servir de abonos orgánicos aprovechándose las concentraciones de macro y micro nutrimentos, restaurar o incrementar la materia orgánica del

ABSTRACT

The world population growth, therefore, the explosive industrial development of the past century caused the production of a high volume of products considered marginal, from the energetic point of view, grouped under the generic term of “residues”. These materials must be eliminated from the environment in order to avoid the degrading effect of its quality.

On the other hand, the immense necessity to produce food led to an intensive use of the ground causing soils degradation due to the export, from crop, of big quantities of nutrients elements and the progressive disappearance of their organic fraction. Both problems combined conducted to visualize the agricultural use of residues as a solution that most resemble to a natural balance.

In this case, the residue would be revalued eliminating it from its contaminant character; furthermore, it would be added organic materials to the soil that, as commented, would perform two functions: supply nutrients to the crops by mineralization and maintain the soil organic “pool” by humification.

Using these materials would allow to achieve some of the following objectives: as organic manure using the macro and micro nutrients, restore or increase the soil organic matter, maintain the organic matter levels in soils that because of intensive use would be losing it, and handle the biotechnological potential of the soil.

Key words: organic residues, organic matter, mineralization

suelo, mantener los niveles de materia orgánica en suelos que por explotación intensiva estarían perdiendo la misma y manejar el potencial biotecnológico del suelo.

Palabras Clave: Residuos orgánicos, materia orgánica, mineralización

El incremento de la población mundial, y en consecuencia el explosivo desarrollo industrial del presente siglo indujo la producción de un elevado volumen de productos considerados marginales, desde el punto de vista energético, agrupados bajo el término genérico de “desechos”. Estos materiales deben ser eliminados de los ecosistemas para evitar el efecto degradador de la calidad del ambiente.

La ingente necesidad de producir alimentos llevó a un uso intensivo de la tierra provocándose un agotamiento de los suelos debido a la exportación, vía cosecha, de grandes cantidades de elementos nutritivos y la desaparición progresiva de su fracción orgánica. La conjugación de ambas problemáticas llevó a visualizar el uso agrícola de los desechos como una solución que se asemeja en buen grado a un equilibrio natural.

Se revalorizaría el “desecho” y lo deslastraría de su carácter contaminante y se estarían añadiendo al suelo materiales orgánicos, que cumplirían dos funciones: Suministrar nutrimentos para los cultivos, vía mineralización y mantener el “pool” orgánico del suelo, vía humificación.

Se parte del principio de que el contenido de materia orgánica del suelo puede ser visualizada como una función:

$$MO = f(\text{tiempo, clima, vegetación, material parental, topografía, manejo})$$

En esta función el hombre puede, a través del factor “manejo”, convertirse en el manipulador principal de la materia orgánica del suelo al decidir acerca de niveles de incorporación de residuos orgánicos y calidad de los mismos. Esto es de vital importancia dado el efecto que la materia orgánica tiene sobre distintas variables del suelo (Cuadro1).

Cuadro1. Variables de suelo afectadas por el contenido de materia orgánica

Tipo de propiedades	Variables
Químicas	Capacidad de intercambio catiónico
	Capacidad amortiguadora
	Contenido de macro y micro nutrimentos
	Reacción del suelo (pH)
Físicas	Potencial redox (EH)
	Estructura del suelo
	Aireación
	Retención de agua
Biológicas	Movimiento y distribución de agua
	Resistencia a la erosión
	Población de microorganismos
	Población de macroorganismos
	Actividad de las enzimas
	Inducción de crecimiento de raíces
	Suministro de aceptores de electrones
	Efecto sobre respiración celular

En Venezuela esto es singularmente importante dado que se presenta en el país una problemática generalizada de “*Baja calidad de suelos asociada a bajos contenidos de materia orgánica*”. Los problemas detectados se presentan en forma diferente dependiendo de las áreas:

Problemas de naturaleza química

- ✓ Bajo nivel de macro nutrimentos
- ✓ Baja capacidad de intercambio catiónico
- ✓ Baja capacidad amortiguadora

Problemas de naturaleza física

- ✓ Suelos de altas pendientes: problemas de erosión
- ✓ Suelos planos: problemas de compactación y sellado superficial

Por otra parte, en el país se producen cantidades importantes de materiales orgánicos residuales (Cuadro 2) que pueden ser utilizados en estas áreas con contenidos de materia orgánica deprimidos. El uso de estos materiales permitiría en primer lugar aplicar los nuevos enfoques de ciclaje de nutrimentos y el criterio de reutilización de materiales (asignar valor económico a subproductos de la actividad humana) con el objeto de lograr algunos de los siguientes objetivos:

- ✓ Servir de abonos orgánicos gracias al aprovechamiento de sus contenidos de macro y micro nutrimentos.
- ✓ Restaurar o incrementar la materia orgánica del suelo.
- ✓ Mantener los niveles de materia orgánica en suelos que por explotación intensiva estarían perdiendo la misma.
- ✓ Manejar el potencial biotecnológico del suelo
- ✓ Mejorar las propiedades físicas del suelo

Este potencial descrito hasta el momento es, sin embargo, subutilizado en el país por cuanto realmente, los residuos usados en la actividad agrícola son básicamente los generados por el proceso mismo o por su proceso gemelo: la actividad pecuaria, y aun en este último caso son bastante limitadas las áreas donde se da un uso sistemático de estos materiales, dos ejemplos bien importantes de esto son las zonas de Lara y de la Cordillera Andina.

Cuadro 2. Desechos para potencial uso agrícola

Clasificación del desecho	Desecho
Sólidos	Desechos agrícolas: residuos de cosecha, estiércoles
	Industrias de alimentos.
	Industrias de papelerías.
	Industrias madereras.
	Industrias de pieles.
Desechos semisólidos	Lodos de plantas de tratamiento de aguas Industriales y Urbanas.
Desechos líquidos	Agua servidas: industriales y urbanas

En el país han surgido, en los últimos tiempos, una serie de iniciativas destinadas a insertar la actividad agrícola en programas de reciclaje. En este sentido los militantes de este enfoque se han encontrado con una serie de interrogantes tales como:

- ✓ ¿Se usan los residuos de cosecha, pecuarios e industriales?
- ✓ ¿Se conoce cuánto residuo industrial se produce en el país?
- ✓ ¿Se conoce la calidad de los residuos producidos?

Estas preguntas deben ser respondidas de manera previa a la instrumentación de cualquier programa de reciclaje. A la primera pregunta se ha hecho alguna mención en párrafos anteriores, y es claro que se requiere, bastante información todavía, no obstante parece conveniente resaltar algunos de los esfuerzos que, para evaluar la aplicación de esta práctica se han venido haciendo en el país.

En este sentido, Rivero *et al.* (1997) condujeron ensayos en un suelo del estado Guárico y evaluaron el efecto que sobre la calidad de la materia orgánica del mismo presenta la incorporación sistemática de residuos orgánicos de leguminosas; sus resultados muestran el efecto benéfico de dicha práctica (Cuadros 3 y 4)

Cuadro 3. Efecto de la adición de residuos orgánicos sobre la composición elemental y acidez total (AT) de los ácidos húmicos del suelo El Sombrero (Adaptado de Rivero *et al.*, 1997)

Tratamiento	C %	H %	N %	S %	O %	C/H	C/N	O/C	Cen	AT
TSR ⁴	46,49	4,11	2,56	0,22	46,62	0,94	21,52	0,75	2,0	6,85
TCR ⁵	42,43	3,65	2,30	0,26	51,53	0,97	21,52	0,91	1,8	7,10
TRF ⁶	42,83	3,70	2,10	0,27	51,10	0,96	23,79	0,89	2,1	6,95
TCF ⁷	46,10	4,10	2,10	0,20	47,50	0,94	25,61	0,77	2,3	6,70

C/H=Carbono/Hidrógeno, C/N=Carbono/nitrógeno, O/C=carbono/oxígeno, cen= Cenizas, AT=Acidez total, TSR=Testigo, TCR=Adición de RO de crotalaria, TRF= fertilizante+crotalaria, TCF=Adición de fertilizante

Cuadro 4. Efecto de la adición de residuos orgánicos sobre la concentración de radicales libres y parámetros de resonancia de spin electrón del suelo El Sombrero (Adaptado de Rivero *et al.*, 1997)

Tratamiento	Radicales libres Spinx10 ¹⁷ g ⁻¹	Amplitud de línea	Radicales libres Valor g	Hierro Valor g
TSR ¹	5,92	6,8	2,0041	4,1
TCR ²	8,22	6,8	2,0045	4,2
TRF ³	7,25	6,7	2,0041	4,2
TCF ⁴	6,02	6,7	2,0041	4,2

TSR=Testigo, TCR=Adición de RO de crotalaria, TRF= fertilizante+crotalaria, TCF=Adición de fertilizante

En relación a una zona de alta tradición en el uso de residuos, Contreras *et al.*, (2004), señalan que en los Andes Venezolanos los principales residuos utilizados son provenientes de la actividad pecuaria y citan que dichos materiales presentan características que justifican plenamente su uso (Cuadro 5).

Cuadro 5. Caracterización química de las enmiendas orgánicas (Adaptado de Contreras *et al.*, 2004)

Enmiendas orgánicas	pH H ₂ O	C/N	Corg	CIC	Ca	Mg	Na	K	N _T	P _T
			%	cmol _c .kg ⁻¹						
Gallinaza	8,1	8,6	25,8	59,7	3,5	0,8	0,8	5,0	3,0	0,50
Chivo	8,6	12,4	26,1	60,4	6,0	2,2	2,0	0,7	2,1	0,03
VC-Vitara	7,2	12,8	16,6	53,0	0,2	0,2	0,04	0,3	1,3	0,05

Corg=Carbono orgánico, CIC=Capacidad de intercambio catiónico, VC-Vitara=Vermicompost Vitara, N_T=Nitrógeno Total, P_T=Fósforo Total

En lo que a la producción de residuos industriales se refiere, es aun menor la cantidad de información disponible, por ejemplo si se intenta conocer la cantidad que de estos materiales se produce, se observa que la información está, en su mayoría, en registros privados de quienes los generan y no es fácil en muchos casos acceder a la misma. Sin embargo, como ejemplo del potencial que se tiene es posible mencionar datos como los siguientes: Luque, 2003 señala que la industria cervecera produce unas 40 toneladas diarias de lodos residuales por planta; Atacho *et al.* (2003) indican la producción de 13 litros de vinaza/litro de alcohol destilado y de unas 440 Mg/año de lodos residuales en tanto que Rosquete (2003) indica para una industria papelera, una producción de 4.500 Mg de lodo húmedo /mes.

En cuanto a la cualificación de los materiales residuales industriales producidos, tampoco es mucha la información disponible y su estudio se ha concentrado bastante en la presencia de componentes nocivos, tal es el caso de los metales pesados. Al respecto Anzola y Rivero (2003) analizaron la presencia de algunos metales así como el contenido de diferentes fracciones orgánicas en dos lodos industriales (Cuadro 6).

Esta información se hace necesaria al momento de planificar el uso de materiales agrícolas con fines de cerrar los ciclos biogeoquímicos de los distintos elementos, además ello permite direccionar los procesos y establecer la primacía de la mineralización, o de la humificación en función de la problemática de suelo que se desea enfrentar.

Cuadro 6 : Características de lodos de industria de cerveza y papel

Características	Lp	Lc
pH	7,5 (1 :10)	8,10 (1 :10)
CO (g x kg ⁻¹)	406,20	118,90
CE (dS x m ⁻¹)	1,29	4,39
Cd-H ₂ O (mg x kg ⁻¹)	0	0
Pb-H ₂ O (mg x kg ⁻¹)	0	0
Ni-H ₂ O (mg x kg ⁻¹)	0	3,33
Cd-HNO ₃ (mg x kg ⁻¹)	0,28	3,41
Pb-HNO ₃ (mg x kg ⁻¹)	35,59	356,40
Ni-HNO ₃ (mg x kg ⁻¹)	4,95	26,18
Ca (mg x kg ⁻¹)	15850	1618,8
Mg (mg x kg ⁻¹)	550	1,54
Lignina (%)	9,66	-
Celulosa (%)	52,09	-

LITERATURA CITADA

- Anzola, F. y C. Rivero.** 2003. Dinámica de la fracción hidrosoluble de Cd, Pb y Ni por efecto de la incorporación de diferentes tipos de lodos industriales. I. Caso de un suelo Mollisol venezolano. Rev. Fac. Agron. (Maracay). 29(2) En Prensa
- Atacho, M., S. Baran y A. Perozo** 2003. Uso y manejo de subproductos de la industria licorera. Taller uso y manejo de residuos orgánicos como práctica agronómica. Trabajos, Versión en CD. pp18-20
- Contreras, B. F., J. Paolini, C. Rivero.** 2004. Efecto de la adición de enmiendas orgánicas sobre la actividad de la deshidrogenasa y la mineralización del carbono en suelos del municipio Rivas Dávila (Estado Mérida). Rev. Fac. Agron. (Maracay). 30(1). Aceptado para publicación.
- Luque, O.** 2003. Uso y manejo de residuos de la industria cervecera y vinícola. Taller uso y manejo de residuos orgánicos como práctica agronómica. Grupo Interinstitucional para uniformar Métodos Analíticos. Trabajos, Versión en CD. pp
- Rivero, C. J. Paolini, N. Senesi, V. D´Orazio** 1997. Efecto de la incorporación de residuos orgánicos de *Crotalaria juncea* sobre la calidad de la materia orgánica de un suelo. Rev. Fac. Agron. (Maracay). 23(1):77-93.
- Rosquete, N.** Gerencia de Protección Ambiental de MANPA. 2003. Uso y manejo de los residuos de la industria papelera. Taller uso y manejo de residuos orgánicos como práctica agronómica. Grupo Interinstitucional para uniformar Métodos Analíticos Trabajos, Versión en CD. pp