

RESIDUOS ORGÁNICOS COMO FERTILIZANTES

Los organismos en el suelo utilizan los residuos de las plantas y los animales como alimento. En la medida que los residuos son desintegrados, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) se liberan en el suelo en formas disponibles para las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho, producidos por los microorganismos, contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo. Debido al incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, es necesario encontrar alternativas de fertilización económicas y eficientes, una de las más convenientes es la adición de materiales orgánicos como proveedores de nutrimentos para las plantas.

Agricultura orgánica



Figura 1. Residuos de cosecha en proceso de compostaje.

La agricultura orgánica demanda el uso de abonos orgánicos para mantener sano el suelo y los productos cosechados libres de sustancias tóxicas, así como fuente de nutrientes. A través de los años, y como resultado de las actividades realizadas por diversos investigadores a nivel mundial, se han generado innumerables evidencias respecto a los beneficios, ventajas y razones relacionadas con el empleo de los abonos orgánicos en sistemas de producción orgánica. La fertilización con materiales orgánicos es amplia y se utiliza diversas fuentes de nutrimentos como: abonos orgánicos,

abonos verdes, abonos foliares de origen natural, compuestos biodinámicos en general, materia orgánica en general, vegetación secundaria natural y/o cultivos forestales (Figura 1); de ser posible todo el material de origen animal, como estiércol, gallinaza, orines y subproductos que deben provenir de animales criados orgánicamente o bien realizando un compostaje (Márquez *et al.*, 2005).

Durante los primeros años de la Agricultura de Conservación en suelos pobres, el nitrógeno de los residuos es insuficiente y los microorganismos usan el nitrógeno almacenado en el suelo. Este proceso es denominado inmovilización del nitrógeno y puede llevar a una deficiencia de nitrógeno en los cultivos que se manifiesta por una apariencia clorótica de las hojas. Siempre es necesario tener presente la relación C/N de los residuos y si fuera necesario, corregirla con fertilizantes. Una vez que el sistema se ha estabilizado y hay suficiente materia orgánica para suministrar el nitrógeno para el desarrollo microbiano no es necesaria la fertilización adicional. Durante el proceso de descomposición el CO₂ es liberado y la relación C/N disminuye; de esta forma los microorganismos liberan (mineralizan) nitrógeno bajo forma de amonio (NH₄⁺) en el suelo. Otros microorganismos rápidamente convierten el amonio en nitrato (NO₃) el cual está fácilmente disponible para ser absorbido por las plantas. Para evitar problemas, en términos generales, se debería buscar una relación C/N menor de 30 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relaciones carbono/nitrógeno de residuos de diferentes cultivos.

Residuo de cultivo	Relación C/N
Leguminosas y pastos	10-20
Residuos sin leguminosas	10-15
Paja (residuos después de la cosecha)	60-150
Hojas (cuando caen)	20-60

Por su parte, el fósforo es absorbido por las plantas únicamente en forma de HPO₄⁻² (ión fosfato monoácido) y H₂PO₄⁻¹ (ión fosfato diácido) en la solución del suelo. El fósforo orgánico en los suelos proviene de la síntesis microbial y de los residuos orgánicos (contenido de fósforo variable 0.05-0.5%), mientras que el fósforo inorgánico se deriva de la descomposición de minerales con este elemento como: fosfatos de calcio (hidroxiapatita, fluorapatita), fosfato de hierro (vivianita, strengita) y fosfatos de aluminio (variscita).

La materia orgánica del suelo tiene carga negativa, por lo que los ácidos orgánicos forman combinaciones complejas con cationes hidroxilados ($\text{Fe}(\text{OH})_2$ y $\text{Al}(\text{OH})_2$) que inmovilizan éstos iones dejando en libertad a los iones fosfatos que comúnmente están adheridos a estos minerales. Por esta razón, la adición de estiércol y otros compuestos orgánicos favorecen la asimilación del fósforo e incrementan el contenido de P-disponible de los suelos (Munera y Meza, 2013).

Los estiércoles

Los estiércoles son los materiales orgánicos más comunes en la preparación de compostas (Figura 2), las cuales son una de las principales fuentes nutrimentales para cultivos con manejo orgánico. Los estiércoles no deben contener sustancias residuales contaminantes (antibióticos, hormonas, metales pesados, etc.) que no sean degradadas durante el compostaje.



Figura 2. Composteo de estiércol vacuno.

La forma en que se encuentran el nitrógeno, fósforo y potasio en los estiércoles dependerán del estado de madurez en que se encuentre al momento de su uso. Un estiércol fresco contendrá mayor cantidad nitrógeno orgánico que es necesario que se mineralice para ser asimilado por las plantas, al igual que el fósforo y potasio. Un estiércol muy maduro aportará una mayor cantidad de minerales que uno fresco debido a su etapa avanzada de transformación. Dentro de los factores determinantes en el contenido de macronutrientes en los estiércoles están el tipo de alimentación y su digestibilidad, la edad y el estado de salud del animal (Santos, 1999), los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, características físico-químicas como pH, conductividad eléctrica, salinidad, etc. y contenido mineral estarán en función de los factores mencionados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de nutrimentos y características físico-químicas de estiércoles de diferentes ganados (Santos, 1999).

Característica	ESTIÉRCOL				
	Vacuno	Gallinaza	Porcino	Equino	Caprino
Humedad (%)	36	30	20	25	18
pH (relación 1:2)	8	7.4	7.2	7	7.5
Materia orgánica (%)	70	70	68	60	55
Nitrógeno total (%)	1.5	3.7	3.7	1.2	2.5
Fósforo (%)	0.6	2.2	2	0.2	0.6
Potasio (%)	2.5	2.7	30	6	8
Calcio (%)	3.2	5.7	7.5	6	8
Magnesio (%)	0.8	1	2.3	0.2	0.2
Sodio (%)	1.6	1.1	0.3	0.1	0.1
Zinc (mgL ⁻¹)	130.6	516	-	-	-
Manganeso (mgL ⁻¹)	264	474	-	-	-
Hierro (mgL ⁻¹)	< 354	4902	-	-	-
Relación C/N	26	11	13	33	18
Mineralización (%)	35	90	65	30	32
Primer año					

Fuentes

Márquez H., C., P. Cano R. y V. M. Martínez C. 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate en invernadero. pp. 1-11. En: C. A. Leal CH. Y J. A Garza G. (eds). Memorias del Tercer Simposio Internacional de Producción de Cultivos en invernaderos. Facultad de Agronomía-UANL, Monterrey N. L. México.

Munera V., G. y D. C. Meza S. 2013. El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal. Facultad de Tecnología. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 52 p.

Santos A., T. 1999. Utilización de Estiércoles. Colegio de Posgraduados – SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural - Dirección de Apoyos para el Desarrollo Rural. 8 p.