

## Materiales Orgánicos Utilizados como Fertilizantes o Acondicionadores de Suelos

(Primera actualización -mayo 31 de 2004)

Jairo Ricardo Barreto Reyes<sup>2</sup>

### Antecedentes.

En el Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo realizado hace cerca de 20 años en Medellín, cuya temática fue La Materia Orgánica del Suelo, el autor presentó los estudios que dieron lugar a la NTC-2235 DE 1987 sobre gallinaza y productos derivados, cuyos requisitos no tuvieron mayor trascendencia en los parámetros de calidad de los productos de origen aviar que se comercializan en Colombia. Es así como hasta

hace poco tiempo se encontraban garantías como la siguiente: gallinaza 100 % y humedad máxima 14%, lo cual no permitía evaluar la calidad de estos productos. De otra parte, en estudios realizados por el Grupo GIEM de la Universidad de Antioquia, se encontraron valores disímiles para diferentes gallinazas comerciales, tal como aparece en el Cuadro 1. Cuando los datos en el Cuadro 1 se sometieron a análisis de varianza, se encontraron altos valores de dispersión (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Análisis de componentes (%) de gallinazas comerciales.

Muestra (no.)	K <sub>2</sub> O	Humedad	Cenizas	M.O.	C.O.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C.I.C.
1	1.83	26.7	31.4	39	22	1.3	5.16	102
2	1.32	8.40	37.3	34	20	2.39	3.8	151.2
3	1.08	12.9	70.97	17	10	2	1.7	195.9
4	1.70	15.7	24	44.8	26	2.6	3.8	192.1
5	2.10	10.97	38	24	14	3	1.29	256.1
6	2.42	42.92	48	20.1	11.68	1.8	6.7	230
7	1.73	9.86	38.48	43.1	25	2.79	5.24	116.1
8	1.89	21.4	28	41	24	3	4	135
9	0.89	34.8	14	41.8	24.4	2.02	3.63	138

a. Análisis realizado por el Grupo GIEM. Depto. de Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U. de A.

<sup>2</sup> Agrólogo. M.Sc. en Suelos y Aguas UN. Coordinador Regulación y Control de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos. ICA. Calle 37 No. 8-43 Oficina 404 Bogotá D.C., Colombia. Correo Electrónico: fertilizantes@ica.gov.co

**Cuadro 2.** Análisis de variación de muestras comerciales de gallinaza.

Medición	K <sub>2</sub> O	Humedad	Cenizas	M.O.	C.O.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C.I.C.
Promedio	1.66222	20.4056	36.6833	33.8667	19.6756	2.32222	3.92444	168.489
Desviación	0.487898	12.1324	16.1543	10.7025	6.17085	0.584397	1.69458	52.7773
Mínimo	0.89	8.4	14.0	17.0	10.0	1.3	1.29	102.0
Máximo	2.42	42.92	70.97	44.8	26.0	3.0	6.7	256.1
Rango	1.53	34.52	56.97	27.8	16.0	1.7	5.41	154.1
Coef. variación (%)	29.3522	59.4562	44.037	31.6017	31.363	25.1654	43.1801	31.3239

Fuente: Investigadores Grupo GIEM. Dpto. de Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UdeA.

De acuerdo con lo anterior y observando el alto volumen de comercialización de materiales orgánicos en Colombia, el ICA propuso a los miembros del Comité 351101 'Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos' el estudio de algunos parámetros mínimos que permitiese la regulación y el control de calidad de estos materiales, cuando son utilizados como fuentes de nutrientes para los cultivos o como mejoradores de las propiedades biológicas o físicas de los suelos.

Al mismo tiempo, con la promulgación de la Resolución 544 de 1995, por parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural sobre Producción Agropecuaria Ecológica, se presentó la necesidad de certificar una calidad para estos materiales, que permitiese el acceso de los productos agrícolas en los cuales se aplican, a los exigentes mercados internacionales. Esta disposición fue actualizada mediante Resolución 074 de abril 5 de 2002 e incluye en los anexos la lista de materiales y productos permitidos para ser considerados como Productos de Agricultura Ecológica. Igualmente el ICA promulgó la resolución 4057 de diciembre 27 de 2001 en la cual se involucran prácticas de agricultura ecológica y adoptó igualmente (Resolución 329 de 2001) disposiciones para registro de laboratorios de control de calidad de insumos

agrícolas, con base en la Guía 17025 de la ISO.

Finalmente, las experiencias negativas vividas por los agricultores que aplican estiércoles frescos en sus cultivos, tanto por aspectos sanitarios (propagación de Salmonellas, coliformes fecales y otras enfermedades transmisibles a humanos y animales domésticos) y fitosanitarios (plagas, enfermedades, arvenses), como desde el punto de vista ambiental, han obligado a la generación de una norma que limite el uso de estos materiales sin tratamiento alguno. A su vez, la promulgación de medidas para los compost a partir de residuos sólidos urbanos (RSU) por parte de la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante el Decreto 822 de 1998, llevó a incluir límites en lo relacionado con contenidos de metales pesados y agentes patógenos contaminantes.

En el Cuadro 3 se presentan como ejemplo las disposiciones existentes en Estados Unidos sobre límites máximos de metales contaminantes en el compost a partir de RSU.

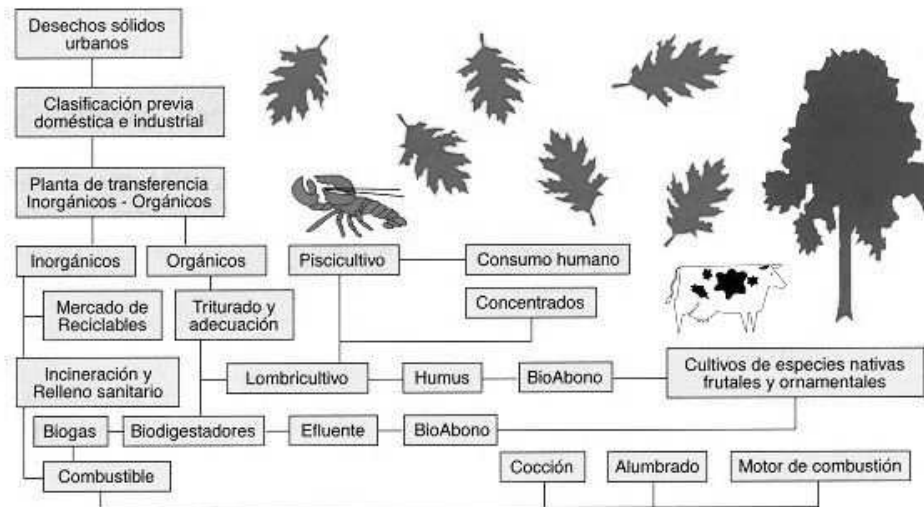
Por esta razón, debe buscarse que los materiales orgánicos sean aprovechados de una manera segura y eficiente, siguiendo modelos como el que se presenta en la Figura 1.

**Cuadro 3.** Límites máximos de residuos según las Normas de la EPA.

Metal	Tierras agrícolas y forestales, sitios públicos, recuperación de suelos <sup>a</sup>		Límites máximos permitidos en compost <sup>b</sup> (mg/kg -peso seco)
	Concentración máxima (mg/kg)	Aplicación máxima (kg/ha)	
Arsénico	75	41	54
Cadmio	85	39	18
Cromo	3000	3000	1200
Cobre	4300	1500	1200
Plomo	840	300	300
Mercurio	57	17	300
Molibdeno	75	18	20
Niquel	420	420	180
Selenio	100	100	14
Zinc	7000	2800	1800

- a. Norma 503 EPA.
- b. Decreto 822/98 Ministerio de Desarrollo.

### Disposición Eco-eficiente de Residuos Sólidos



**Figura 1.** Ejemplo de disposición de residuos sólidos.

## Limitantes actuales para el uso de materiales orgánicos

Dentro de las diferentes limitantes que se presentan para la comercialización de materiales orgánicos como fertilizantes o acondicionadores de suelos en Colombia, merecen citarse las siguientes:

1. De índole sanitaria:
  - La resolución ICA 991 de 2001 estableció restricciones al uso de subproductos de mataderos como fuente de materiales fertilizantes o acondicionadores de suelos.
  - Las heces fecales de aves y porcinos pueden ser vehículo de patógenos para humanos y animales domésticos, tales como: salmonella, coliformes, clamidia y otros.
  - Los estiércoles pueden incrementar las poblaciones de nemátodos fitopatógenos en los cultivos comerciales.
  - El transporte de semillas de arvenses de una región a otra.
  - El contenido de elementos contaminantes y residuos tóxicos (RSU, estiércol de bovinos recogido de potreros aplicados con herbicidas hormonales, etc.).
2. Fitotoxicidad, especialmente en aquellos subproductos de maderas altas en taninos.
3. Divergencia en los parámetros y formas de expresión de los contenidos garantizados.
4. Resultados finales de los procesos o tratamientos a los que son sometidos estos materiales: molido, secado, prensado, extracción, fermentación, compostaje, síntesis, lombricompostaje, etc.).
5. Destino final, según su calidad: agricultura convencional, agricultura ecológica, áreas de recuperación, rellenos sanitarios, áreas de recreación.

### Norma técnica colombiana 5167 (primera actualización de mayo 31 de 2004)

La NTC-5167 (Norma Técnica Colombiana) tomó cerca de 3 años de discusión en el Comité, contó con la participación de químicos

analistas, catedráticos, consultores y expertos en materia orgánica, se consultaron regulaciones de la Comunidad Europea (España, Francia, Italia), Canadá, USA; se realizaron foros en AgroExpo Bogotá (2001), en Medellín y Bucaramanga y se recibieron sugerencias, comentarios y críticas a través de Internet y en las diferentes reuniones de Comité.

Los contenidos de la NORMA son los siguientes:

### 1. Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes o como enmiendas (acondicionadores) del suelo.

### 2. Definiciones

Para efectos de la presente norma se aplican las definiciones consignadas en la NTC 1927 (Fertilizantes y Acondicionadores del Suelo. Definiciones y Clasificación).

### 3. Requisitos

#### 3.1. Generales

- 3.1.1. Los productos deben presentarse en forma **sólida** como granulados, polvos o agregados, o **líquida** como concentrados solubles, suspensiones o dispersiones.
- 3.1.2. Todo producto cuyo origen sea materia orgánica fresca, debe ser sometido a procesos de transformación que aseguren su estabilización agronómica, tales como: compostaje o fermentación.
- 3.1.3. Deberá declararse el origen (clase y procedencia) de las materias primas y los procesos de transformación empleados.

#### 3.2. Específicos

- 3.2.1 Los productos orgánicos empleados como abonos o fertilizantes y enmiendas (acondicionadores del suelo) deben cumplir con los requisitos establecidos en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** requisitos específicos de calidad para productos utilizados como fertilizantes o abonos orgánicos, orgánico minerales y enmiendas orgánicas

<b>Fertilizantes o abonos orgánicos, orgánico minerales y enmiendas orgánicas</b>															
<b>Fertilizantes o abonos orgánicos</b>															
Clasificación del Producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar (en base húmeda)												
1	2	3	4												
Abono Orgánico	Producto Sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales y/o vegetales, o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente) o mezcla de los anteriores, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y los parámetros que se indican.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas por volatilización % *</li> <li>• Contenido de cenizas, máximo 60 % *</li> <li>• Contenido de humedad: *                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para materiales de origen animal, máximo 20%</li> <li>- Para materiales de origen vegetal, máximo 35 %</li> <li>- Para mezclas, el contenido de humedad está dado por el origen del material predominante.</li> </ul> </li> <li>• Contenido de Carbono Orgánico Oxidable Total: Mínimo 15 %</li> <li>• N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O totales (declararlos si cada uno es mayor de 1%)</li> <li>• Relación C / N</li> <li>• Capacidad de Intercambio Catiónico: Mínimo 30 meq/100 g</li> <li>• Capacidad de Retención de Humedad: Mínimo su propio peso</li> <li>• pH mayor de 4 y menor de 9.</li> <li>• Densidad máxima 0,6 g /cc</li> <li>• Límites máximos de metales pesados en mg/Kg (ppm):                             <table border="0"> <tr><td>Arsénico (As)</td><td>41</td></tr> <tr><td>Cadmio (Cd)</td><td>39</td></tr> <tr><td>Cromo (Cr)</td><td>1200</td></tr> <tr><td>Mercurio (Hg)</td><td>17</td></tr> <tr><td>Níquel (Ni)</td><td>420</td></tr> <tr><td>Plomo (Pb)</td><td>300</td></tr> </table> </li> <li>• Se indicará la materia prima de la cual procede el producto</li> </ul>	Arsénico (As)	41	Cadmio (Cd)	39	Cromo (Cr)	1200	Mercurio (Hg)	17	Níquel (Ni)	420	Plomo (Pb)	300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de Nitrógeno Total (% N)</li> <li>• Contenido de carbono orgánico oxidable total (%C)</li> <li>• Contenido de cenizas. (%)</li> <li>• Humedad máxima (%)</li> <li>• pH</li> <li>• Densidad (g / cc)</li> <li>• Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)</li> <li>• Capacidad de Retención de Humedad (%)</li> </ul>
Arsénico (As)	41														
Cadmio (Cd)	39														
Cromo (Cr)	1200														
Mercurio (Hg)	17														
Níquel (Ni)	420														
Plomo (Pb)	300														
		* La suma de estos parámetros debe ser 100													
<b>Fertilizantes o abonos orgánico-minerales</b>															
clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar (% en peso) y otros requisitos	Parámetros a garantizar (en base húmeda)												
1	2	3	4												
Abono orgánico mineral sólido	Producto Sólido obtenido por mezcla o combinación de abonos minerales y orgánicos de origen animal y/o vegetal y/o pedogénico (geológico) y/o provenientes de lodos de tratamiento de aguas residuales, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y de los parámetros que se indican.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas por volatilización % *</li> <li>• Contenido de cenizas %*</li> <li>• Contenido de humedad Máximo 15 %*</li> <li>• Contenido de Carbono Orgánico Total &gt;5 y &lt;15%</li> <li>• N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, elementos menores: Reportar si la riqueza total de cada elemento mínimo es de 2 %</li> <li>• La suma de los elementos a reportar debe ser mínimo del 10%</li> <li>• Densidad: Reportar.</li> <li>• pH Reportar</li> <li>• Conductividad eléctrica: Reportar.</li> <li>• Residuo Insoluble Máximo 50% del contenido de cenizas</li> </ul> <p>Límites Máximos de metales pesados (solo para productos de mezcla con residuos plantas de tratamiento de aguas residuales o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente):</p> <table border="0"> <tr><td>Arsénico (As)</td><td>41</td></tr> <tr><td>Cadmio (Cd)</td><td>39</td></tr> <tr><td>Cromo (Cr)</td><td>1200</td></tr> <tr><td>Mercurio (Hg)</td><td>17</td></tr> <tr><td>Níquel (Ni)</td><td>420</td></tr> <tr><td>Plomo (Pb)</td><td>300</td></tr> </table> <p>Se indicará la materia prima de que procede el producto</p>	Arsénico (As)	41	Cadmio (Cd)	39	Cromo (Cr)	1200	Mercurio (Hg)	17	Níquel (Ni)	420	Plomo (Pb)	300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido total de nitrógeno (% N)</li> <li>• El nitrógeno se expresará en forma orgánica y mineral N org N- NH<sub>4</sub> y N- NO<sub>3</sub></li> <li>• Contenido de Fósforo % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></li> <li>• Contenido de Potasio % K<sub>2</sub>O</li> <li>• Contenido de Calcio % CaO</li> <li>• Contenido de Magnesio % MgO</li> <li>• Contenido de Elementos menores %</li> <li>• Contenido de carbono orgánico oxidable total (% C)</li> <li>• Humedad máxima %</li> <li>• Densidad g / cc</li> <li>• Contenido en metales pesados (mg/Kg)</li> <li>• Residuo insoluble (%).</li> </ul>
Arsénico (As)	41														
Cadmio (Cd)	39														
Cromo (Cr)	1200														
Mercurio (Hg)	17														
Níquel (Ni)	420														
Plomo (Pb)	300														
		* La suma de estos parámetros debe ser 100													

Continúa

**Continuación Cuadro 4**

<b>Fertilizantes o abonos orgánico-minerales</b>																																							
Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar (% en peso ) y otros requisitos	Parámetros a garantizar (en base húmeda)																																				
1	2	3	4																																				
Abono Organico Mineral Líquido	Producto Líquido obtenido por adición de agua a un abono orgánico, orgánico-mineral sólido o mezcla de los anteriores, con porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y de los parámetros que se indican	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos suspendidos máximo 4 %.</li> <li>• Contenido de Carbono Orgánico Oxidable Total mínimo 20 g/L</li> <li>• N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O: mínimo 40 g/L</li> <li>* CaO, MgO. Reportar en g/L</li> <li>* Elementos menores: Reportar en g/L</li> <li>• Contenido de sodio: Reportar.</li> <li>• Densidad: Reportar.</li> <li>• pH Reportar</li> <li>* Conductividad eléctrica: Reportar.</li> </ul> <p>Límites Máximos de metales pesados (solo para productos de mezcla con residuos plantas de tratamiento de aguas residuales o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente):</p> <table border="0"> <tr><td>Arsénico (As)</td><td>41</td></tr> <tr><td>Cadmio (Cd)</td><td>39</td></tr> <tr><td>Cromo (Cr)</td><td>1200</td></tr> <tr><td>Mercurio (Hg)</td><td>17</td></tr> <tr><td>Níquel (Ni)</td><td>420</td></tr> <tr><td>Plomo (Pb)</td><td>300</td></tr> </table> <p>Se indicará la materia prima de que procede el producto</p>	Arsénico (As)	41	Cadmio (Cd)	39	Cromo (Cr)	1200	Mercurio (Hg)	17	Níquel (Ni)	420	Plomo (Pb)	300	<table border="0"> <tr><td>Contenido total de nitrógeno</td><td>(% N)</td></tr> <tr><td>El nitrógeno se expresará en forma orgánica y mineral</td><td>N org N- NH<sub>4</sub> y N- NO<sub>3</sub></td></tr> <tr><td>Contenido de Fósforo</td><td>% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td></tr> <tr><td>Contenido de Potasio</td><td>% K<sub>2</sub>O</td></tr> <tr><td>Contenido de Calcio</td><td>% CaO</td></tr> <tr><td>Contenido de Magnesio</td><td>% MgO</td></tr> <tr><td>Contenido de Elementos menores</td><td>%</td></tr> <tr><td>Contenido de carbono orgánico oxidable total</td><td>(% C)</td></tr> <tr><td>Humedad máxima</td><td>%</td></tr> <tr><td>Densidad</td><td>g / cc</td></tr> <tr><td>Contenido en metales pesados</td><td>(mg/Kg)</td></tr> <tr><td>Residuo insoluble</td><td>( %).</td></tr> </table>	Contenido total de nitrógeno	(% N)	El nitrógeno se expresará en forma orgánica y mineral	N org N- NH <sub>4</sub> y N- NO <sub>3</sub>	Contenido de Fósforo	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Contenido de Potasio	% K <sub>2</sub> O	Contenido de Calcio	% CaO	Contenido de Magnesio	% MgO	Contenido de Elementos menores	%	Contenido de carbono orgánico oxidable total	(% C)	Humedad máxima	%	Densidad	g / cc	Contenido en metales pesados	(mg/Kg)	Residuo insoluble	( %).
Arsénico (As)	41																																						
Cadmio (Cd)	39																																						
Cromo (Cr)	1200																																						
Mercurio (Hg)	17																																						
Níquel (Ni)	420																																						
Plomo (Pb)	300																																						
Contenido total de nitrógeno	(% N)																																						
El nitrógeno se expresará en forma orgánica y mineral	N org N- NH <sub>4</sub> y N- NO <sub>3</sub>																																						
Contenido de Fósforo	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>																																						
Contenido de Potasio	% K <sub>2</sub> O																																						
Contenido de Calcio	% CaO																																						
Contenido de Magnesio	% MgO																																						
Contenido de Elementos menores	%																																						
Contenido de carbono orgánico oxidable total	(% C)																																						
Humedad máxima	%																																						
Densidad	g / cc																																						
Contenido en metales pesados	(mg/Kg)																																						
Residuo insoluble	( %).																																						
		<b>Enmiendas orgánicas</b>																																					
		<b>Enmienda orgánica húmica</b>																																					
Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar (% en peso ) y otros requisitos	Parámetros a garantizar																																				
1	2	3	4																																				
Enmienda húmica sólida	Producto Orgánico sólido de origen pedogenético o geológico con o sin tratamiento químico que aplicado al suelo aporta o genera humus mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo y que cumple las especificaciones que se indican.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si el producto no tiene tratamiento químico debe ser insoluble en agua y su disolución en medio alcalino debe ser mínimo 50 % en peso.</li> <li>2. Si el producto tiene tratamiento químico debe ser soluble en agua y su disolución en agua debe desarrollar pH alcalino.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de Carbono orgánico oxidable total. Mínimo 30 %</li> <li>• Extracto húmico total expresado como Carbono (carbono total soluble en medio alcalino). Mínimo 30 % del Carbono Orgánico oxidable Total</li> <li>• Carbono del Extracto Húmico Total. Mínimo el 30% del peso de sustancias solubles en medio alcalino.</li> <li>• Carbono de Acidos Húmicos. Mínimo el 60 % del Carbono del Extracto húmico total.</li> <li>• Nitrógeno orgánico %</li> <li>• Humedad máxima: 20%</li> <li>• Granulometría, tamaño e partícula: Reportar.</li> <li>• Indicar el origen del cual procede el producto.</li> </ul>	<table border="0"> <tr><td>Carbono orgánico total</td><td>% C</td></tr> <tr><td>Carbono del Extracto Húmico Total</td><td>%CEHT</td></tr> <tr><td>% CEHT / % Peso S S 1/ 2 alcalino&gt;</td><td>% 30</td></tr> <tr><td>Carbono de Acidos Húmicos</td><td>% CAH</td></tr> <tr><td>% CAH / % CEHT</td><td>&gt; % 60</td></tr> <tr><td>Humedad máxima</td><td>%</td></tr> </table>	Carbono orgánico total	% C	Carbono del Extracto Húmico Total	%CEHT	% CEHT / % Peso S S 1/ 2 alcalino>	% 30	Carbono de Acidos Húmicos	% CAH	% CAH / % CEHT	> % 60	Humedad máxima	%																								
Carbono orgánico total	% C																																						
Carbono del Extracto Húmico Total	%CEHT																																						
% CEHT / % Peso S S 1/ 2 alcalino>	% 30																																						
Carbono de Acidos Húmicos	% CAH																																						
% CAH / % CEHT	> % 60																																						
Humedad máxima	%																																						
Enmienda húmica líquida	Producto Orgánico Líquido obtenido mediante solubilización en medio alcalino o por oxidación química, de un material de origen pedogenético que aporta ácidos húmicos y fúlvicos, destinado preferentemente a la fertilización y que cumple con las especificaciones que se indican.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracto húmico total expresado como Carbono del Extracto húmico ( carbono total soluble en medio alcalino) Mín 40 g/l</li> <li>• Carbono del Extracto Húmico Total Mínimo el 30% del peso de sustancias solubles en medio alcalino</li> <li>• Carbono de Acidos Húmicos Mínimo el 60 % del carbono del Extracto húmico total.</li> <li>• Carbono de Acidos Fúlvicos % (declararlos)</li> <li>• Ausencia de sólidos suspendidos</li> <li>• pH Mayor de 10</li> <li>• Contenido de Potasio (como KOH) Máx. 50 g/l</li> <li>• Contenido de Fósforo y otros elementos g/l</li> <li>• Densidad</li> </ul> <p>Se indicará la materia prima de que procede el producto</p>	<table border="0"> <tr><td>Carbono del Extracto Húmico Total</td><td>CEHT g/l</td></tr> <tr><td>CEHT (g/l) / Peso de sustancias solubles en medio alcalino</td><td>&gt; % 30</td></tr> <tr><td>Carbono de Acidos Húmicos</td><td>CAH g/l</td></tr> <tr><td>CAH (g/l) / CEHT (g/l)</td><td>&gt; 60</td></tr> <tr><td>Carbono de Acidos fúlvicos</td><td>CAF g/l</td></tr> <tr><td>Potasio ( KOH)</td><td>Máx 50 g/l</td></tr> </table>	Carbono del Extracto Húmico Total	CEHT g/l	CEHT (g/l) / Peso de sustancias solubles en medio alcalino	> % 30	Carbono de Acidos Húmicos	CAH g/l	CAH (g/l) / CEHT (g/l)	> 60	Carbono de Acidos fúlvicos	CAF g/l	Potasio ( KOH)	Máx 50 g/l																								
Carbono del Extracto Húmico Total	CEHT g/l																																						
CEHT (g/l) / Peso de sustancias solubles en medio alcalino	> % 30																																						
Carbono de Acidos Húmicos	CAH g/l																																						
CAH (g/l) / CEHT (g/l)	> 60																																						
Carbono de Acidos fúlvicos	CAF g/l																																						
Potasio ( KOH)	Máx 50 g/l																																						

Continúa

Continuación Cuadro 4

Enmienda orgánica no húmica															
1	2	3	4												
Enmienda orgánica no húmica	Producto orgánico sólido obtenido a partir de la deshidratación y estabilización de los residuos provenientes de las plantas industriales y de tratamiento de aguas residuales: a) industriales b) urbanas c) residuos sólidos urbanos separados en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de Carbono orgánico. Mínimo 30 %</li> <li>• Capacidad Intercambio Catiónico. Mínimo 30 meq/100g</li> <li>• Conductividad Eléctrica (declararla)</li> <li>• Contenido de Sodio soluble (declararlo, restricciones de uso)</li> </ul> <p>Límites máximos de metales pesados (en base seca):</p> <table> <tr><td>Arsénico (As)</td><td>15,0</td></tr> <tr><td>Cadmio (Cd)</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Cromo (Cr)</td><td>70,0</td></tr> <tr><td>Mercurio (Hg)</td><td>1,0</td></tr> <tr><td><b>Niquel (Ni)</b></td><td><b>25,0</b></td></tr> <tr><td>Plomo (Pb)</td><td>140</td></tr> </table> <p>Se indicará la materia prima de que procede el producto</p>	Arsénico (As)	15,0	Cadmio (Cd)	0,7	Cromo (Cr)	70,0	Mercurio (Hg)	1,0	<b>Niquel (Ni)</b>	<b>25,0</b>	Plomo (Pb)	140	<p>Contenido de carbono % C</p> <p>CIC meq/100g</p> <p>Metales pesados mg/kg (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb)</p>
Arsénico (As)	15,0														
Cadmio (Cd)	0,7														
Cromo (Cr)	70,0														
Mercurio (Hg)	1,0														
<b>Niquel (Ni)</b>	<b>25,0</b>														
Plomo (Pb)	140														

3.2.2. Macrocontaminantes  
Los límites máximos permitidos para macrocontaminantes presentes en

productos sólidos, aparecen a continuación.

Macrocontaminantes	Límite (% en MS)
Plástico, metal, caucho >.2 mm	< 0.2
Vidrio > 2 mm	< 0.02
Piedras > 5 mm	< 2
Vidrio > 16 mm, detección (si/no)	NO

3.2.3. **Niveles máximos de patógenos.** Los fertilizantes y acondicionadores orgánicos de origen no pedogenético deberán demostrar que no superan los siguientes niveles máximos de microorganismos patógenos: (1) Salmonella sp.: Ausentes en 25 gramos de producto final; (2) Enterobacterias totales: Menos de 1000 UFC/g de producto final.

Además, si alguna de las materias primas es de origen vegetal, deberán estar exentos de fitopatógenos de los géneros: *Fusarium* spp., *Botrytis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp. y de nemátodos fitopatógenos.

De igual manera de deberá garantizar la sanidad del material, en relación con fitopatógenos específicos que pudieren estar presentes por el origen de las materias primas; por ejemplo: los subproductos de rechazo de la industria bananera deben estar libres de *Pseudomonas solanacearum* Cepa II y *Micosphaerella fijiensis*.

**3.2.5 Carga Microbiana.** Si el producto presenta contenidos de microorganismos benéficos debe declararse el recuento de microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras.

### **Toma de muestras y criterio de aceptación o de rechazo**

Las muestras deben ser tomadas de acuerdo con lo indicado en las NTC – ISO 8633, NTC – ISO 8634 y NTC 3795. Si la muestra no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, el lote debe ser rechazado. En caso de discrepancia, se tendrán que repetir los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

La NTC 40 establece las condiciones para empaque, identificación de productos y metodologías de ensayos de caracterización.

### **Agradecimiento**

A: Raúl Zapata, profesor de la UN sede Medellín y Presidente de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo; José Rincón, profesor de química de carbón de la UN sede Bogotá; Jairo Gómez Zambrano, profesor de la UN sede Palmira; y Francisco Ramírez, experto en gestión tecnológica.

### **Bibliografía**

Acevedo, L. Moreno, M. E.; Morales, G.; Acevedo, M. y Peláez, C. Impacto Ambiental: Gallinaza y Compost. Grupo GIEM de la Universidad de Antioquia.

Aline R, M.; Vega, L. C. Octavo Curso Internacional de Microbiología e Higiene de los Alimentos. Agosto 15 – 29 /82 Lima Perú. Centro Latinoamericano de Enseñanza e Investigación de Bacteriología Alimentaria (CLEIBA)

Bacteriological Analytical Manual Online. Feb. 2001.  
<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>

Brock, T. Microbiología. 6ª edición. Prentice Hall. Mayo 1991. 956 p.

Escobar, M. B. Programa Latinoamericano de Microbiología e Higiene de los Alimentos. Manual de Técnicas y Procedimientos. Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública, Medellín, 1993. 392 p.

González, G., Holguín, G. Manual sobre Técnicas Microbiológicas. Universidad de Antioquia Facultad de Química Farmacéutica. Medellín, 1990. 232 p.

MERCK. Manual de medios de cultivo. Pag. 58-59, 122, 141-142, 271-277.

Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Décimo séptima edición. U.S.A pp. 9-1, 9-260

Pelczar, M. Microbiología. 4ª edición. Mc Graw Hill. México, 1992. 826 p.

Smith, D., and Onions, A.H. S. IMI Technicals Handbooks N°2. The Preservation and Maintenance of Living Fungi. Second Edition.

Standard Methods. 17ª edición. 1989

U. S. Pharmacopeia. The Official Compendia of Standards. January 01/2000. Philadelphia, PA. P. 1809, 1830.

Velásquez, L.F, Saldarriaga Y. Manual de Laboratorio de Microbiología General. Universidad de Antioquia. Medellín, 1986. 110 p.

Wistreich, G., Lechtman, M. Laboratory Exercises in Microbiology. 4ª edición. U.S.A 1981; 420 p.