

Marzo 2016

TÍTULO

Plásticos

Determinación del grado de desintegración de materiales plásticos bajo condiciones de compostaje simuladas en un ensayo de laboratorio

(ISO 20200:2015)

Plastics. Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test (ISO 20200:2015).

Plastiques. Détermination du degré de désintégration de matériaux plastiques dans des conditions de compostage simulées lors d'un essai de laboratoire (ISO 20200:2015).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 20200:2015, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 20200:2015.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 20200:2006.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 53 *Plásticos y caucho* cuya Secretaría desempeña ANAIP-COFACO.

Versión en español

Plásticos**Determinación del grado de desintegración de materiales plásticos bajo condiciones de compostaje simuladas en un ensayo de laboratorio
(ISO 20200:2015)**

Plastics. Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test.
(ISO 20200:2015)

Plastiques. Détermination du degré de désintégration de matériaux plastiques dans des conditions de compostage simulées lors d'un essai de laboratoire.
(ISO 20200:2015)

Kunststoffe. Bestimmung des Zersetzungsgrades von Kunststoffmaterialien unter nachgebildeten Kompostierungsbedingungen mittels einer Prüfung im Labormaßstab.
(ISO 20200:2015)

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2015-10-17.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

CEN**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Europäisches Komitee für Normung

CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles

Prólogo europeo

El texto de la Norma EN ISO 20200:2015 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 61 *Plásticos* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 249 *Plásticos*, cuya Secretaría desempeña NBN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de junio de 2016, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de junio de 2016.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN ISO 20200:2005.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

Declaración

El texto de la Norma ISO 20200:2015 ha sido aprobado por CEN como Norma EN ISO 20200:2015 sin ninguna modificación.

Índice

Prólogo.....	6
0 Introducción.....	7
1 Objeto y campo de aplicación.....	7
2 Normas para consulta	7
3 Términos y definiciones.....	7
4 Principio	8
5 Residuo sólido sintético	8
6 Reactor de compostaje	9
7 Procedimiento	9
7.1 Preparación del material de ensayo	9
7.2 Puesta en marcha del ensayo	10
7.3 Período de incubación termofílico (temperatura elevada)	10
7.4 Periodo de incubación mesofílico (a temperatura ambiente).....	10
8 Control del proceso de compostaje.....	11
9 Parámetros de diagnóstico.....	11
9.1 Olor	11
9.2 Aspecto visual.....	11
9.3 Análisis químico.....	11
9.4 Determinación de la masa seca y de los sólidos volátiles	12
10 Terminación del ensayo y medición del grado de desintegración.....	12
11 Cálculo del grado de desintegración	12
12 Expresión de los resultados.....	12
13 Validez del ensayo.....	13
14 Informe del ensayo	13

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

En la parte 1 de las Directivas ISO/IEC se describen los procedimientos utilizados para desarrollar esta norma y para su mantenimiento posterior. En particular debería tomarse nota de los diferentes criterios de aprobación necesarios para los distintos tipos de documentos ISO. Esta norma se redactó de acuerdo a las reglas editoriales de la parte 2 de las Directivas ISO/IEC. www.iso.org/directives.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente. Los detalles sobre cualquier derecho de patente identificado durante el desarrollo de esta norma se indican en la introducción y/o en la lista ISO de declaraciones de patente recibidas. www.iso.org/patents.

Cualquier nombre comercial utilizado en esta norma es información que se proporciona para comodidad del usuario y no constituye una recomendación.

Para obtener una explicación sobre el significado de los términos específicos de ISO y expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad, así como información de la adhesión de ISO a los principios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) respecto a los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), véase la siguiente dirección: <http://www.iso.org/iso/foreword.html>.

El comité responsable de esta norma es el ISO/TC 61, *Plásticos*, Subcomité SC 5, *Propiedades físico-químicas*.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (ISO 20200:2004) que ha sido revisada técnicamente con los siguientes cambios:

- a) el término "heavy metal" ha sido sustituido por "metal regulado" (3.2);
- b) el término "comercial" se ha sustituido por "municipal o industrial" (capítulos 4 y 5);
- c) el valor numérico de R 42,8% ha sido reemplazado por 42,3% (capítulo 13);
- d) la variabilidad de los resultados se ha elevado del 10% al 20% (capítulo 13).

0 Introducción

El método de ensayo descrito en esta norma internacional determina el grado de desintegración de materiales plásticos cuando se exponen a un ambiente de compostaje. El método es simple y poco costoso, no requiere biorreactores especiales y está adaptado para utilizarse en cualquier laboratorio general. Requiere el uso de un residuo sólido sintético normalizado y homogéneo. Los componentes del residuo sintético son productos secos, limpios y seguros que pueden almacenarse en un laboratorio sin olores ni riesgos para la salud. El residuo sintético es de una composición constante y está desprovisto de cualquier material plástico no deseado que se pudiera identificar por error como material de ensayo al final del ensayo, modificando la evaluación final. Los biorreactores son de pequeño tamaño, como es la cantidad de residuo sintético a compostar (aproximadamente 3 l). Con la cantidad limitada del material de ensayo, este método proporciona un procedimiento de ensayo simplificado. Este método de ensayo no pretende determinar la biodegradabilidad de los materiales plásticos en condiciones de compostaje. Serán necesarios más ensayos antes de afirmar la compostabilidad.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma internacional especifica un método de determinación del grado de desintegración de materiales plásticos cuando se exponen a un ambiente de compostaje en laboratorio. El método no es aplicable a la determinación de la biodegradabilidad de materiales plásticos en condiciones de compostaje. Para poder afirmar la compostabilidad son necesarios más ensayos.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 3310-1, *Test sieves. Technical requirements and testing. Part 1: Test sieves of metal wire cloth.*

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1 compost:

Acondicionador orgánico sólido obtenido por biodegradación de una mezcla que consta principalmente de residuos vegetales, ocasionalmente asociados a otro material orgánico y que tiene un contenido en minerales limitado.

3.2 compostabilidad:

Aptitud de un material para biodegradarse en un proceso de compostaje.

NOTA Para afirmar la compostabilidad, debe haberse demostrado que un material puede biodegradarse y desintegrarse en un sistema de compostaje (como pueden mostrar los métodos de ensayo normalizados) y terminar su biodegradación durante la utilización final del compost. El compost debe cumplir los criterios de calidad correspondientes que son por ejemplo un bajo contenido en metales regulados, ninguna ecotoxicidad, ningún residuo claramente distinguible.

3.3 compostaje:

Proceso aeróbico diseñado para producir compost.

3.4 desintegración:

Rotura física de un material en fragmentos muy pequeños.

3.5 masa seca:

Masa de una muestra medida después de someterla al proceso de secado.

NOTA La masa seca se expresa como un porcentaje de la masa de la muestra húmeda.

3.6 periodo de incubación mesofílico:

Incubación a 25 °C para permitir el desarrollo de microorganismos que crecen a temperatura ambiente.

3.7 periodo de incubación termofílico:

Incubación a 58 °C para permitir el desarrollo de microorganismos que crecen a temperatura elevada.

3.8 sólidos secos totales:

Cantidad de sólidos obtenidos tomando un volumen conocido de material de ensayo o de compost y secándolo a aproximadamente 105 °C hasta masa constante.

3.9 sólidos volátiles:

Cantidad de sólidos obtenidos restando el residuo obtenido de un volumen conocido de material de ensayo o de compost tras la incineración a aproximadamente 550 °C, del contenido de *sólidos secos totales* (3.8) de la misma muestra.

NOTA El contenido en sólidos volátiles es una indicación de la cantidad de materia orgánica presente.

4 Principio

El método determina el grado de desintegración de los materiales de ensayo en laboratorio, en condiciones que simulan un proceso de compostaje aeróbico intensivo. La matriz sólida utilizada se compone de un residuo sólido sintético inoculado con el compost maduro procedente de una instalación municipal o industrial de compostaje. Los fragmentos del material de ensayo plástico se compostan con esta matriz sólida preparada. El grado de desintegración se determina tras un ciclo de compostaje, haciendo pasar la matriz final a través de un tamiz de 2 mm a fin de recuperar los residuos no desintegrados. La reducción en masa de la muestra de ensayo se considera material desintegrado y se utiliza para calcular el grado de desintegración.

5 Residuo sólido sintético

La composición del residuo sintético utilizado en este método se describe en la tabla 1.

Como inóculo se debe utilizar un compost bien aireado procedente de una instalación municipal o industrial de compostaje aeróbico. El inóculo del compost debe ser homogéneo y no debe presentar elementos inertes de gran tamaño tales como vidrio, piedras, o fragmentos de metal. Tales elementos se eliminan manualmente y posteriormente el compost se hace pasar por un tamiz con una abertura de malla comprendida entre 0,5 cm y 1 cm. Para asegurarse una diversidad suficiente de microorganismos, se recomienda utilizar compost procedente de una instalación de compostaje de la fracción orgánica de residuos municipales sólidos. Si no se dispone de este tipo de compost, se puede utilizar compost procedente de instalaciones de tratamiento de residuos de explotaciones agrícolas o mezclas de residuos vegetales y de residuos municipales sólidos. El compost no debe tener más de cuatro meses.

El residuo sintético se prepara mediante la mezcla manual de los diferentes componentes relacionados en la tabla 1. Se admite una tolerancia del 5% en las mediciones de la masa de los componentes del residuo sintético, incluido el agua. Se añade a la mezcla agua del grifo exenta de cloro, o agua desionizada o destilada para ajustar el contenido final de agua al 55% en total. Esta operación se realiza justo antes de la puesta en marcha del ensayo. La relación carbono: nitrógeno (C/N) en el residuo sintético debe estar comprendida entre 20:1 y 40:1. Se puede modificar la concentración de urea para ajustar la relación C/N al intervalo requerido. En este caso, la concentración de los otros componentes se debe ajustar proporcionalmente para obtener una masa seca total de residuo sólido del 100%.

Tabla 1 – Composición del residuo sólido sintético

Material	Masa seca
	%
Serrín	40
Alimento para conejos	30
Compost maduro	10
Almidón de maíz	10
Sacarosa	5
Aceite de maíz	4
Urea	1
Total	100
<p>NOTA 1 Se debe utilizar serrín de madera no tratada. Es preferible utilizar madera de árboles de hoja caduca. El serrín se debe tamizar en un tamiz de 5 mm, antes de utilizarlo.</p> <p>NOTA 2 El alimento para conejos debe ser un producto comercial a base de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) y harina vegetal. Si se utiliza un producto con una composición diferente, ésta debe indicarse en el informe del ensayo. El contenido en proteína del alimento para conejos debe ser aproximadamente del 15% y el contenido en celulosa de aproximadamente el 20%.</p>	

6 Reactor de compostaje

El reactor de compostaje recomendado es en una caja de polipropileno u otro material adecuado, con las siguientes medidas: 30 cm × 20 cm × 10 cm (largo, ancho, alto). La caja se debe cubrir con una tapa que asegure la hermeticidad para evitar una evaporación excesiva. Además, cualquier espacio entre la caja y la tapa se puede cerrar con una cinta adhesiva. En el centro de los dos lados de 20 cm y a aproximadamente 6,5 cm del fondo de la caja, se debe realizar un orificio de 5 mm de diámetro. Estos dos orificios facilitan un intercambio de gases entre la atmósfera interior y el entorno exterior y no se deben bloquear.

También se pueden utilizar otros recipientes con un volumen comprendido entre 5 l y 20 l, siempre que se pueda verificar que no se generan condiciones anaeróbicas desfavorables. El recipiente se debe cerrar de tal forma que evite que los contenidos se sequen de forma excesiva. De nuevo, se deben facilitar orificios para permitir el intercambio de gases y asegurar las condiciones aeróbicas durante la fase de compostaje.

7 Procedimiento

7.1 Preparación del material de ensayo

El material de ensayo se corta para obtener fragmentos de las dimensiones definidas en la tabla 2, en función del espesor del material.

Los fragmentos del material de ensayo se secan en una estufa a $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ y a vacío durante el tiempo necesario para obtener masa constante. Antes de mezclar los fragmentos del material de ensayo con el residuo sintético, éstos se sumergen en agua destilada durante un tiempo inferior o igual a 30 s.

Tabla 2 – Dimensiones de los fragmentos del material de ensayo utilizados en el ensayo de desintegración

Espesor del material de ensayo	Dimensiones de los fragmentos mm
< 5 mm	25 × 25 × espesor original
> 5 mm	15 × 15 × espesor (de 5 mm a 15 mm)

7.2 Puesta en marcha del ensayo

Para cada material de ensayo se preparan como mínimo tres reactores. Se toman entre 5 g y 20 g de material de ensayo por reactor, dependiendo del volumen ocupado por el material, y se mezcla con 1 kg de residuo sintético húmedo. La relación de la masa del material de ensayo y la masa del residuo sintético húmedo debe estar comprendida entre el 0,5% y el 2%. La mezcla se introduce en el fondo del reactor, formando una capa homogénea. La mezcla no se comprime, permitiendo de esta manera un intercambio eficaz de gases con el interior del lecho. Se anota la masa del material de ensayo en cada reactor.

7.3 Período de incubación termofílico (temperatura elevada)

Cada reactor se cierra, se pesa y se introduce en una estufa con circulación de aire mantenida a una temperatura constante de $(58 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durante un período mínimo de 45 días y un máximo de 90 días. Se registra la temperatura de la estufa durante el periodo de ensayo o, alternativamente, se utiliza un termómetro máximo-mínimo, comprobando la temperatura como mínimo dos veces por semana.

Para garantizar un buen compostaje, es necesario mantener las condiciones medio ambientales adecuadas. Se lleva a cabo el procedimiento descrito en la tabla 3. Este procedimiento permite airear la materia de compostaje mientras se mantenga un contenido suficiente de agua. Al comienzo del proceso de compostaje se determina la masa bruta del reactor lleno con la mezcla. En cada periodo programado (véase la tabla 3), se pesa el reactor y, si fuera necesario, se restituye total o parcialmente la masa inicial añadiendo agua de grifo exenta de cloro, agua desionizada o agua destilada en función de las indicaciones de la tabla 3. Es importante observar que la concentración óptima de agua se obtiene cuando la materia de compostaje está húmeda, pero el agua no está presente en estado libre. Esto significa que no se debe alcanzar la capacidad máxima de absorción de agua. El operario puede determinar esta condición presionando la materia de compostaje que exudará una pequeña cantidad de agua. El operario, por tanto, puede ajustar la cantidad de agua a añadir indicada en la tabla 3 en base a esta inspección directa.

La mezcla de la materia de compostaje se puede llevar a cabo con una espátula de laboratorio o una cuchara corriente. Esta operación se debe realizar con precaución, teniendo cuidado de no dañar los fragmentos del material de ensayo que se encuentran en la materia de compostaje. El objetivo de la mezcla es el de airear la masa y de reincorporar de nuevo el agua, pero es importante evitar cualquier degradación mecánica de los fragmentos del material de ensayo.

7.4 Período de incubación mesofílico (a temperatura ambiente)

Si el material de ensayo no está suficientemente desintegrado al final del período de incubación termofílico, es posible prolongar el ensayo mediante el siguiente procedimiento. Se añaden 25 g de compost maduro a cada reactor. Se mezcla con cuidado el compost y la tierra para evitar cualquier deterioro mecánico de los fragmentos residuales del material de ensayo. Se cierra cada reactor y se dejan en una estufa con circulación de aire a $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durante un periodo máximo de 90 días. Se registra la temperatura de la estufa durante todo el periodo de ensayo o, alternativamente, se utiliza un termómetro máximo-mínimo, comprobando la temperatura como mínimo dos veces por semana. Se verifica la masa una vez por semana y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa al 70% de la masa medida al comienzo del ensayo (véase 7.3). Durante este periodo no se debe mezclar la masa de compostaje.

Si el ensayo se prolonga de este modo, se debe mencionar en el informe del ensayo.

Tabla 3 – Procedimiento de compostaje (periodo de incubación termofílico)

Duración desde el comienzo del ensayo días	Operación
0	Se registra la masa inicial del reactor
1, 2, 3, 4, 7, 9, 11, 14	Se pesa el reactor y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa inicial. Se mezcla la materia de compostaje
8, 10, 16, 18, 21, 23, 25, 28	Se pesa el reactor y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa inicial. No se mezcla la materia de compostaje
30, 45	Se pesa el reactor y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa al 80% de la masa inicial. Se mezcla la materia de compostaje
Entre 30 y 60, dos veces por semana	Se pesa el reactor y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa al 80% de la masa inicial. Se mezcla la materia de compostaje
60 y en adelante, dos veces por semana	Se pesa el reactor y, si fuera necesario, se añade agua para restituir la masa al 70% de la masa inicial. Se mezcla la materia de compostaje

8 Control del proceso de compostaje

Durante el ensayo, el residuo sintético se debe convertir en compost, es decir el proceso de compostaje se debe producir. La reacción de compostaje se controla mediante la inspección de la materia de compostaje durante la mezcla y la adición de agua. Los parámetros de diagnóstico a tener en cuenta son tanto subjetivos como objetivos y se describen en el capítulo 9.

9 Parámetros de diagnóstico

9.1 Olor

Durante el proceso de compostaje es posible detectar una sucesión precisa de olores específicos. Durante los primeros dos o tres días, el residuo sintético tiene un olor ácido que gradualmente se descompone en un olor amoniacal entre el 5 y 10 día, olor que dura aproximadamente 10 días. Por último, no se detecta ningún olor particular o simplemente se detecta olor a tierra. Cualquier variación de este proceso se registra en el informe del ensayo.

9.2 Aspecto visual

El aspecto de la materia de compostaje cambia durante las primeras dos semanas. Los micelios que crecen sobre la materia de compostaje por lo general serán visibles durante la primera semana. El color del residuo sintético, que inicialmente es ligeramente amarillo debido a la elevada concentración de serrín, se torna marrón en 10 días. Cualquier variación de este proceso se registra en el informe del ensayo.

9.3 Análisis químico

Se analizan las muestras del residuo sintético utilizado al comienzo del ensayo y las muestras del compost obtenido al final del proceso de compostaje, una vez tamizadas, para determinar los valores iniciales y finales de los siguientes parámetros: carbono total/ nitrógeno total (relación C/N) y pH. Estos parámetros se miden utilizando métodos de ensayo normalizados y se anotan.

NOTA El contenido en carbono total utilizado para determinar la relación C/N se puede tomar como el contenido en sólidos volátiles dividido por un factor de dos.

9.4 Determinación de la masa seca y de los sólidos volátiles

Después del tamizado, se determina la masa seca y el contenido en sólidos volátiles del residuo sintético inicial y del compost final obtenido tras el proceso de compostaje (véase el capítulo 10). La masa seca (MS) de la muestra se determina por secado en una estufa a 105 °C hasta masa constante. La masa seca se expresa como porcentaje de la masa total de la muestra. El contenido en sólidos volátiles se determina por calcinación, a 550 °C durante 6 h a 8 h, de la muestra secada previamente a 105 °C para determinar la masa seca. Se pesa la muestra y se repite el procedimiento de calcinación y pesado hasta que se obtiene una masa constante. La pérdida de masa durante la calcinación corresponde al contenido en sólidos volátiles de la muestra. El contenido en sólidos volátiles (SV) se expresa como porcentaje de la MS de la muestra.

10 Terminación del ensayo y medición del grado de desintegración

Se retira la tapa de cada reactor y cada uno de ellos se introduce en una estufa con circulación de aire a (58 ± 2) °C, para secar los contenidos. Todo aglomerado de compost existente se rompe con suavidad, tendiendo cuidado de no deteriorar ningún fragmento residual del material de ensayo que pudiera estar atrapado en él. El proceso de secado finaliza una vez alcanzada una masa constante.

El compost procedente de cada reactor se debe tamizar separadamente utilizando tamices normalizados (según la Norma ISO 3310-1), comenzando con un tamiz de 10 mm. Se examina la fracción que no pasa a través de este tamiz. Todo aglomerado de compost existente se rompe con suavidad teniendo cuidado de no deteriorar ningún fragmento residual del material de ensayo que pudieran estar atrapado en él. Se deja que las partículas atraviesen el tamiz para unirse a la fracción de granulometría inferior a 10 mm. Todos los fragmentos de material de ensayo que no atraviesen el tamiz de 10 mm se reúnen y se almacenan. Posteriormente el compost se hace pasar a través de un tamiz de 5 mm, y después por un tamiz de 2 mm, con el mismo procedimiento que el utilizado para el tamiz de 10 mm. El material de ensayo recogido de las diversas fases del tamizado se reagrupa, se limpia de compost, y se fuera necesario, se lava sumergiéndolo en agua. Para evitar toda pérdida accidental del material de ensayo es esencial que el procedimiento de limpieza y lavado se lleve a cabo con mucho cuidado. Finalmente, el material de ensayo se seca en un horno a (40 ± 2) °C y a vacío hasta masa constante. Se registra la masa final.

11 Cálculo del grado de desintegración

El material plástico recuperado del proceso de tamizado (véase el capítulo 10) se considera material no desintegrado. El material que ha atravesado los tamices se considera material desintegrado. El grado de desintegración D se calcula en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{m_i - m_r}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

donde

m_i es la masa seca inicial del material de ensayo;

m_r es la masa seca del material de ensayo residual recuperado del tamizado;

Para cada reactor se calcula, de forma independiente, el grado de desintegración.

12 Expresión de los resultados

Para los fines de esta norma internacional, el grado de desintegración se considera como la media de los grados de desintegración obtenidos para las tres réplicas.

13 Validez del ensayo

El ensayo se considera válido si se satisfacen los siguientes requisitos:

a) Disminución del contenido en sólidos volátiles

En cada reactor, la disminución R del contenido total en sólidos volátiles entre el residuo sintético inicial y el compost obtenido a final del ensayo debe ser igual o superior al 30%, calculándose R mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{[m_i \times (DM)_i \times (VS)_i] - [m_f \times (DM)_f \times (VS)_f]}{[m_i \times (DM)_i \times (VS)_i]} \times 100 \quad (2)$$

donde

m_i es la masa inicial del residuo sintético húmedo introducido en el reactor;

$(DM)_i$ es la masa seca inicial del residuo sintético, expresada en porcentaje, dividida por 100;

$(VS)_i$ es el contenido inicial en sólidos volátiles del residuo sintético, expresado en porcentaje, dividido por 100;

m_f es la masa final del compost;

$(DM)_f$ es la masa seca final del compost, expresada en porcentaje, dividida por 100;

$(VS)_f$ es el contenido final en sólidos volátiles del compost, expresado en porcentaje, dividido por 100.

EJEMPLO En un ensayo típico, la masa húmeda inicial del residuo sintético es 1 000 g. La masa seca en porcentaje es del 44,63% y el contenido en sólidos volátiles es del 91,15% (de la masa seca). Al final del ensayo, la masa final del compost húmedo es 511 g, la masa seca, en porcentaje, es del 54,83% y el contenido en sólidos volátiles es del 83,80%. Por tanto

$$R = \frac{(1\,000 \times 0,446\,3 \times 0,911\,5) - (511 \times 0,548\,3 \times 0,838\,0)}{1\,000 \times 0,446\,3 \times 0,911\,5} \times 100 = 42,3\% \quad (3)$$

que es $> 30\%$.

b) Variabilidad de los resultados

Los grados de desintegración para las tres replicas no deben diferir en más de un 20%.

14 Informe del ensayo

El informe del ensayo debe incluir la siguiente información:

- una referencia a esta norma internacional, es decir, ISO 20200;
- toda la información necesaria para identificar y describir el material de ensayo, incluyendo una descripción de su forma física, su espesor, y las medidas de los fragmentos cortados del material;
- una descripción del residuo sintético utilizado, es decir los componentes utilizados para prepararlo y la cantidad de cada uno, la relación C/N del residuo sintético, su masa seca (expresada en porcentaje de la masa húmeda), su contenido en sólidos volátiles (expresado en porcentaje de la masa seca) y su pH;

- d) una descripción del equipo utilizado, es decir el biorreactor y sus medidas, los tamices normalizados;
- e) una tabla indicando, para cada reactor, la siguiente información: el número de serie del reactor, la desintegración del material de ensayo, la cantidad de residuo sintético introducido, la cantidad total de mezcla (residuo sintético más material de ensayo) y la masa inicial del reactor (masa bruta);
- f) una tabla indicando, para cada reactor, el número del reactor y las siguientes características del compost, determinadas después del tamizado: la masa total, la masa seca (expresada en porcentaje de la masa total), el contenido en sólidos volátiles (expresado en porcentaje de la masa seca), la relación C/N y el pH;
- g) una tabla indicando, para cada reactor, la siguiente información: el número del reactor y la disminución R del contenido total de sólidos volátiles, calculada como indica el capítulo 13, punto a);
- h) una tabla indicando, para cada reactor, detalles sobre las operaciones de adicción de agua y mezclado llevadas a cabo (día, operación realizada, cantidad de agua añadida, masa del reactor y cualquier otra observación);
- i) una tabla indicando, para cada reactor, la cantidad inicial del material de ensayo, la cantidad del material de ensayo recuperado al final del ensayo y el grado de desintegración D , calculado como indica el capítulo 11;
- j) información del inóculo del compost utilizado, como su origen, edad, fecha de recogida, almacenamiento, manipulación, estabilización, masa seca total, contenido en sólidos volátiles, pH de una suspensión (es decir una parte del compost con 5 partes de agua desionizada), así como olores específicos y aspecto del compost, en su caso.

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032