

Marzo 2008

TÍTULO

Plásticos

Guía terminológica en el campo de los plásticos y polímeros degradables y biodegradables

Plastics. Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items.

Plastiques. Guide pour le vocabulaire dans le domaine des polymères et des produits plastiques dégradables et biodégradables.

CORRESPONDENCIA

Este informe es la versión oficial, en español, del Informe Técnico CEN/TR 15351:2006.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Este informe ha sido elaborado por el comité técnico AEN/CTN 53 *Plásticos y Caucho* cuya Secretaría desempeña ANAIP-COFACO.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 14869:2008

© AENOR 2008
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

18 Páginas

Grupo 13

ICS 83.080.01

Versión en español

Plásticos
Guía terminológica en el campo de los plásticos y polímeros degradables y biodegradables

Plastics. Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items.

Plastiques. Guide pour le vocabulaire dans le domaine des polymères et des produits plastiques dégradables et biodégradables.

Kunststoffe. Leitfaden für Begriffe im Bereich abbaubarer und bioabbaubarer Polymere und Kunststoffteile.

Este Informe ha sido aprobado por CEN el 2006-01-16 y ha sido preparado por el Comité Técnico CEN/TC 249.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, 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, Rumania, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2006 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| PRÓLOGO | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN | 6 |
| 2 ANÁLISIS DE LOS ESTADOS Y MECANISMOS DE ALTERACIÓN | 7 |
| 2.1 Estados de alteración | 7 |
| 2.2 Mecanismos de degradación | 8 |
| 3 SITUACIONES BÁSICAS A DISTINGUIR | 9 |
| 3.1 Situaciones individualizadas | 9 |
| 3.2 Correlación de términos | 10 |
| 4 LAS SITUACIONES REALES | 10 |
| 4.1 Degradación heterogénea | 10 |
| 4.2 Plásticos formulados | 11 |
| 4.3 Calificadores | 11 |
| 5 VOCABULARIO | 12 |
| 5.1 Axiomas para el vocabulario | 12 |
| 5.2 Términos y definiciones | 12 |
| ANEXO A (Informativo) TÉRMINOS Y DEFINICIONES ENUMERADOS EN ORDEN ALFABÉTICO | 16 |

PRÓLOGO

Este Informe Técnico CEN/TR 15351:2006 ha sido elaborado por el Comité Técnico CEN/TC 249 *Plásticos*, cuya Secretaría desempeña IBN/BIN.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay varios sectores de la actividad humana que pueden sacar provecho de los polímeros degradables y biodegradables, materiales y artículos poliméricos, véase los sectores con aplicaciones biomédicas, farmacéuticas, de embalaje, agricultura y medioambiente. Aunque a primera vista parecen muy diferentes, estas aplicaciones tienen algunas características en común:

- la necesidad de tratar los deshechos poliméricos cuando un material o compuesto macromolecular va a ser usado un periodo de tiempo limitado;
- el hecho de que los sistemas vivos tienen algunas similitudes en el sentido de que funcionan en medios acuosos, con participación de células, membranas, proteínas, enzimas, iones, etc...;
- el hecho de que los sistemas vivos pueden ser dramáticamente perturbados por productos químicos tóxicos, especialmente los de bajo peso molecular.

Otra característica de los compuestos poliméricos degradables es que cada sector de aplicación ha desarrollado su propia ciencia y por tanto su propia terminología. En concreto, los cirujanos, farmacéuticos y profesionales medioambientales no asignan el mismo significado a una palabra dada. Por ejemplo, “biomaterial” significa “material terapéutico” para las personas que trabajan en el sector biomédico y significa “material de origen renovable” para los especialistas del sector de la explotación de recursos renovables. El campo de las normas es otra fuente de ejemplos. Las normas relativas a degradación y/o biodegradación en diferentes sectores han introducido definiciones de forma independiente. El desajuste correspondiente y el uso inapropiado conducen con frecuencia a malentendidos y confusión.

Como la salud humana y la sostenibilidad medioambiental son cada vez más interdependientes y se han desarrollado ciencia, aplicaciones y normas en cada uno de estos sectores, es urgente armonizar la terminología, o definir una terminología específica cuando no haya una disponible, para que sea propuesta a las organizaciones normativas internacionales.

Esta tarea debería basarse en consideraciones científicas y mecánicas. Este informe técnico es un intento de establecer una terminología común y simple aplicable en los distintos campos donde degradación, biodegradación, bioasimilación y bioreciclado son los principales objetivos académicos e industriales.

Conviene observar que la eliminación de compuestos de alto peso molecular del cuerpo humano (o animal) no es posible a menos que las macromoléculas se degraden a moléculas de bajo peso molecular. En efecto, la piel, las mucosas y el riñón son barreras muy eficientes que guardan las moléculas de alto peso molecular atrapadas en los compartimentos parenterales. En cuanto a la vida medioambiental, eliminar un residuo del planeta no es posible, de momento. Por tanto, cualquier producto o sustancia química que no se recicle o biorecicle se almacenará de una u otra forma, es decir como residuo bioestable de degradación.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta guía proporciona el vocabulario de uso en el campo de los polímeros y materiales y artículos plásticos.

Los términos y definiciones propuestos provienen directamente del análisis científico y técnico de los distintos estados y mecanismos involucrados en la alteración de los plásticos hasta la mineralización, bioasimilación y bioreciclado de compuestos macromoleculares y productos poliméricos, es decir artículos poliméricos.

NOTA Se pretende que el vocabulario propuesto esté de acuerdo con la terminología utilizable en diversos dominios que emplean plásticos de vida limitada, a saber, los dominios biomédico, farmacéutico, medioambiental, es decir, en cirugía, medicina, agricultura o gestión de residuos plásticos.

2 ANÁLISIS DE LOS ESTADOS Y MECANISMOS DE ALTERACIÓN

2.1 Estados de alteración

Observando cuidadosamente lo que puede pasar cuando un artículo polimérico está en contacto con un sistema vivo, independientemente del sistema vivo que sea (cuerpo animal, planta, microorganismos o el propio medioambiente), se encuentran diferentes niveles de alteraciones. Estos niveles se muestran en la figura 1.

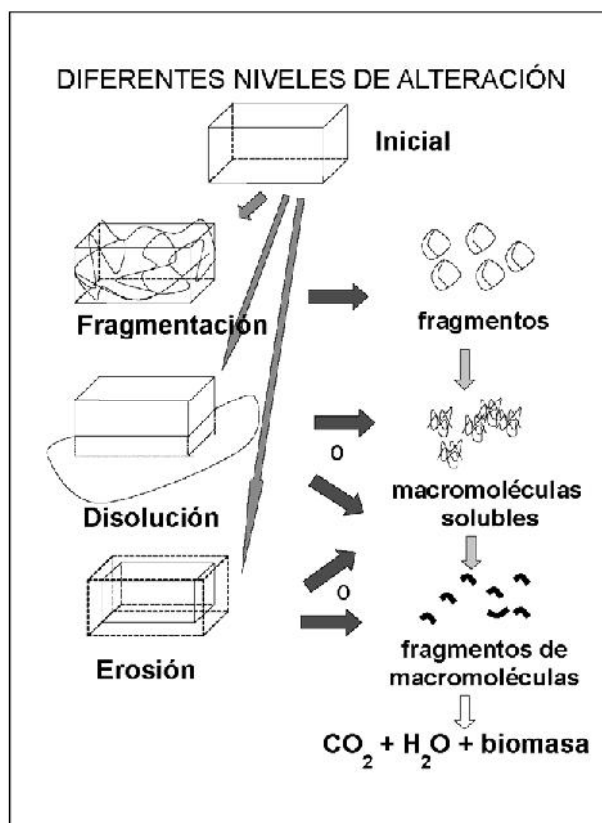


Figura 1 – Los niveles de alteración para un objeto polimérico

En esta representación esquemática se observa que la formación de minúsculos fragmentos o disolución no corresponde necesariamente a la descomposición de macromoléculas. Realmente refleja la desaparición del sistema inicial solamente. Que las moléculas que formaron el artículo polimérico original permanezcan intactas o se fragmenten químicamente con disminución de masa molecular es algo que se debe distinguir con palabras específicas. Esto es importante en el caso de un cuerpo animal por la retención de moléculas de alto peso molecular anteriormente mencionadas. En el medioambiente también los fragmentos sólidos de una descomposición polimérica (independientemente de que las partículas sean o no visibles) pueden ser recalcitrantes. De forma similar, las macromoléculas que están dispersas o disueltas en aguas superficiales se pueden absorber por minerales y almacenarse allí, o pueden llegar a las aguas subterráneas, produciéndose una dispersión de residuos de larga vida en la naturaleza.

La descomposición macromolecular a pequeñas moléculas “bioestables” (es decir, que no se podrán biodegradar hasta minerales o biomasa), es un tercer estado de degradación donde pueden generarse moléculas de bajo peso molecular que pueden ser mucho más tóxicas que las de alto peso molecular originales. Esta observación pone de manifiesto el problema de las interacciones de los productos de degradación con los sistemas vivos. Este problema se ha solventado en el sector biomédico mediante el uso del término “biocompatibilidad”. Para aplicaciones medioambientales, no hay una palabra equivalente. Se podría ampliar el uso del término “biocompatibilidad” para expresar que los artículos poliméricos degradables y sus productos de degradación no tienen un efecto perjudicial en los sistemas vivos relevantes. También es necesario distinguir mediante palabras específicas si los subproductos de bajo peso molecular generados por degradación pueden bioprocésarse más, es decir, hasta la bioasimilación, o si su fragmentación se detiene en un estado intermedio en el que los subproductos generados son bioestables.

El último estado de degradación es complejo en el sentido de que incluye la formación de biomasa, de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ y, ocasionalmente, algunos otros productos, por ejemplo CH_4 en el caso de una biodegradación anaeróbica. De nuevo, se debería distinguir la formación de $(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ y otros residuos inorgánicos, que reflejan la participación de la bioquímica en la degradación macromolecular, de la formación de biomasa, que muestra que los subproductos de degradación se han bioasimilado por las células que los han degradado. Es importante observar que la fotooxidación de algunos polímeros puede producir CO_2 en ausencia de microorganismos.

2.2 Mecanismos de degradación

Otra discusión fundamental concierne a las rutas que pueden llevar a un artículo polimérico hasta el estado último, que es mineralización + formación de biomasa.

En realidad, hay dos rutas principales que se muestran en la figura 2.

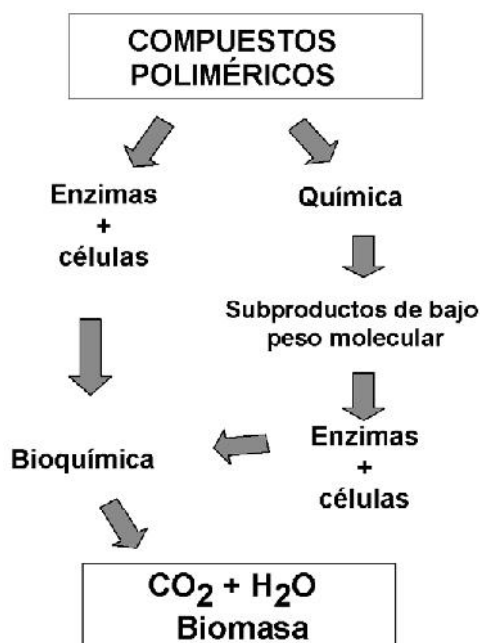


Figura 2 – Las dos rutas generales que conducen a la bioasimilación

a) Degradación polimérica celular

La ruta de la izquierda corresponde al ataque de células a un artículo polimérico o macromolécula seguido por el tratamiento bioquímico de los productos de degradación como resultado de reacciones enzimáticas. Esta ruta requiere la presencia de enzimas apropiadas y por tanto de células específicas en condiciones viables (atmósfera, agua, nutrientes). En la naturaleza no se pueden encontrar enzimas sin la presencia de células vivas. En otras palabras, sin condiciones que permitan la vida, no se produce degradación mediante sistemas vivos. Esto plantea el problema de los ensayos de degradación realizados en condiciones de laboratorio con enzimas aisladas comercialmente disponibles. ¿Tienen que considerarse estas enzimas aisladas como causantes de la degradación por un sistema vivo (a pesar de la ausencia de los microorganismos de los que se obtuvieron las enzimas), o por simple degradación química en presencia de un sistema catalítico no viable? Esta pregunta es fundamental. Tiene que resolverse mediante la terminología apropiada a fin de evitar confusiones en la literatura.

b) Degradación polimérica química

La ruta de la derecha difiere de la de la izquierda en el sentido de que la fragmentación de los artículos poliméricos y las macromoléculas depende de procesos químicos. Por tanto, sólo las pequeñas moléculas generadas tienen que eliminarse a través de caminos bioquímicos. Aquí se requieren condiciones para desencadenar la degradación química (luz, agua, oxígeno, calor...). Sin fenómeno desencadenante, no hay degradación. Por otra parte, tienen que estar presentes células vivas que aseguren el tratamiento bioquímico de las moléculas de bajo peso molecular formadas a partir de las macromoléculas del artículo polimérico original. Por tanto, se necesitan palabras para distinguir estas rutas.

c) Combinación

Si se combinan los distintos niveles de degradación con estas dos rutas diferentes, es nuevamente obvio que se requiere un número de palabras específicas para distinguir entre las distintas posibilidades.

Conviene observar que cualquier material es inestable en contacto con sistemas vivos por un largo periodo de tiempo y, por tanto, se tiene que limitar la terminología a la degradación deseada de los artículos poliméricos, a diferencia de la degradación no deseada que cualquier material sufre finalmente bajo la influencia del uso y el envejecimiento.

3 SITUACIONES BÁSICAS A DISTINGUIR

3.1 Situaciones individualizadas

Consideremos en primer lugar cada posibilidad por separado, aunque puedan coincidir en parte:

- alteración de un artículo polimérico con o sin su desaparición en ausencia de ruptura de la macromolécula
 - debido a la descomposición en pequeños fragmentos sólidos;
 - debido a la disolución de macromoléculas;
- alteración de un artículo de base polimérica con ruptura de la macromolécula
 - debido a fenómenos químicos no enzimáticos;
 - debido a fenómenos abióticos enzimáticos;
 - debido a degradaciones causadas por células;
 - con formación de residuos bioestables, independientemente del mecanismo de degradación.

3.2 Correlación de términos

Existe la necesidad de distinguir estos distintos estados y fenómenos a los que nos referimos de forma usual pero inconsistente como degradación o biodegradación. Tiene que encontrarse y aceptarse un medio para diferenciar la descomposición física de un artículo polimérico sin ruptura de la macromolécula, de la descomposición física de este artículo polimérico debido a disociación química de la macromolécula. Se ha propuesto usar el ya introducido axioma que dice que para los materiales o sistemas macromoleculares que se deterioran aceptablemente de una u otra forma, **degradación** significa alteración de macromoléculas vía disociación química de la cadena principal. Para los tecnólogos, esto significa normalmente “deterioro de las prestaciones técnicas”, pero para los científicos significa generalmente “disminución del peso molecular por disociación química de la cadena principal”, que puede estar, pero no necesariamente, relacionado con las prestaciones técnicas. Se usará la última definición en el presente trabajo.

De ahí, **biodegradación** se define como la alteración de las macromoléculas con ruptura de cadena causado por células independientemente de su tipo (humano o animal, vegetal, microbiano o fúngico). Esta biodegradación puede ser resultado de la actividad enzimática de la célula así como de reacciones químicas que pueden tener lugar localmente bajo una célula adherida a una superficie polimérica a causa de la presencia de algún compuesto no enzimático liberado (ácidos, por ejemplo). Bajo estas condiciones, la degradación en presencia de enzimas aisladas en condiciones de laboratorio no puede considerarse como biodegradación y tiene que hacerse una distinción clara. La biodegradación de un artículo polimérico tiene que relacionarse con un fenómeno medible. La producción de CO₂ y CH₄ por procesos anaerobios o el consumo de O₂ se consideran generalmente, pero no tienen en cuenta la formación de biomasa.

NOTA Conviene observar que, bajo las condiciones mencionadas, los términos degradación y biodegradación dan información sobre el mecanismo de ruptura de cadena pero no reflejan el destino de los subproductos de degradación.

“Fragmentación” puede seleccionarse para reflejar una degradación observada en el nivel físico (visualmente o a través de medidas físicas) que da lugar a fragmentos del material original independientemente del mecanismo. Si la fragmentación es causada por células, entonces podría considerarse pertinente el término “biofragmentación”. “Desintegración” podría entonces usarse para reflejar la fragmentación a partículas más pequeñas que un tamaño dado, y “biodesintegración” reflejar el mismo efecto causado por un proceso a través de células. Aunque fragmentación y desintegración pueden parecer intercambiables, es importante por razones prácticas tales como compostaje distinguir el caso en el que un artículo polimérico se deshace en pedazos del caso en el que estos pedazos están por debajo de cierto tamaño medido y deseado.

La alteración física debida a la disolución de macromoléculas intactas debería correlacionarse específicamente con el término “disolución”, refiriéndose entonces la disolución con ruptura de la macromolécula como “degradación”.

4 LAS SITUACIONES REALES

4.1 Degradación heterogénea

En realidad, la alteración de un artículo polimérico por un sistema vivo rara vez es tan simple como lo descrito hasta el momento. Hemos de considerar situaciones intermedias y buscar una terminología más fina.

Consideremos en primer lugar el caso en el que la degradación no sea homogénea, es decir, no sea la misma en todo el volumen o en toda la molécula. Puede usarse la expresión “degradación heterogénea”, a diferencia de “degradación homogénea”. Si la alteración de un artículo sólido es más rápida en la superficie que en el interior, la mejor palabra puede ser “erosión”. Entonces, “bioerosión” refleja específicamente un ataque por medio de células a través de la superficie de un mecanismo sólido. Si la degradación tiene lugar más rápido dentro que fuera, podría acordarse el uso de “degradación en bloque”. Conviene observar que la “biodegradación en bloque” es improbable en el caso de polímeros porque las células y las moléculas enzimáticas son generalmente demasiado grandes para penetrar en matrices poliméricas hidrófobas. Podría encontrarse una excepción si las enzimas pueden penetrar en una matriz hinchada, como un hidrogel, o si las células están atrapadas y activas dentro de una matriz polimérica.

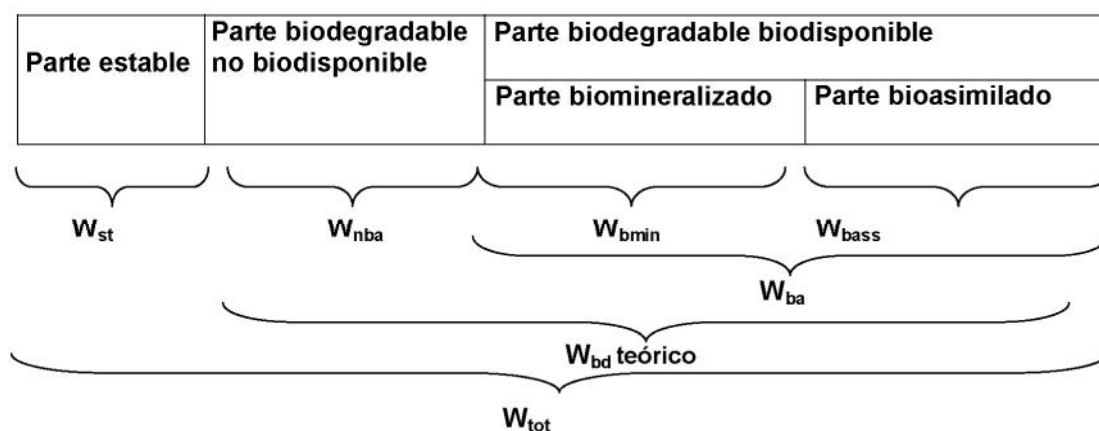
4.2 Plásticos formulados

Consideremos ahora el caso de un artículo sólido de base polimérica compuesto por un polímero conocido por sufrir biodegradación como se ha definido anteriormente. Tal artículo puede haberse formulado con aditivos tales como plastificantes orgánicos y cargas minerales y otros compuestos que no sean biodegradables. Por otro lado, la parte biodegradable del artículo polimérico puede que no sea susceptible de biodegradación en su totalidad o algunos subproductos de biodegradación podrían ser bioestables, es decir, podrían no biodegradarse hasta minerales y biomasa. Por tanto, la biodegradación de tal artículo de base polimérica puede conducir a distintas situaciones, dependiendo de la biodisponibilidad de las moléculas a ser biodegradadas (figura 3). La “biodisponibilidad” refleja el hecho de que una sustancia sea accesible a ser tratada por vía biológica mediante células.

4.3 Calificadores

De acuerdo a la figura 3, necesitamos terminología para distinguir el máximo alcance de la biodegradación del alcance teórico de la biodegradación, el alcance real de la biodegradación en un tiempo t , el alcance de la bioasimilación, y la parte de los compuestos iniciales que se transforma en biomasa. Para simplificar, se ha propuesto usar los siguientes términos: “grado de biodegradación” (W_{ba}/W_{tot}); “grado máximo de biodegradación” a tiempo infinito ($(W_{bmin} + W_{bass})/W_{tot}$); y “grado de bioasimilación” (W_{bass}/W_{tot}). Los valores intermedios observados durante el proceso de degradación serán entonces “grado de biodegradación” y “grado de bioasimilación a tiempo t ”.

Es valioso observar que, básicamente, la degradación abiótica puede tener lugar durante la biodegradación y por tanto es muy importante recomendar el uso del término “bioasimilación” en paralelo a “degradación” y “biodegradación” si se quiere distinguir la rotura de la cadena química de la rotura de la cadena biológica y la formación de biomasa. Por supuesto, si los subproductos de degradación que resultan de la degradación abiótica son mineralizados o bioasimilados, se tomarán como biodegradables. De otra forma, los residuos aparecerán como no biodegradables y no bioasimilables.



Leyenda

W_{st} = peso de la parte estable conocida como no degradable desde el principio o referido al tiempo cuyos niveles de biodegradación son nulos

W_{nba} = peso de la parte biodegradable que no está disponible para las células

W_{bmin} = peso de la parte biomineralizada

W_{bass} = para de la parte bioasimilable

W_{ba} = peso de la parte biodegradada con efectividad en el tiempo t o máximo de biodegradación que puede alcanzarse

W_{bd} teórico = peso de la parte potencialmente biodegradable, es decir, peso correspondiente a la fracción del artículo polimérico que sería biodegradada si todo el carbono presente en la muestra fuese mineralizado o bioasimilado

W_{tot} = peso total de la muestra ensayada

Figura 3 – Representación esquemática de un plástico biodegradable real y acrónimos de los pesos de varias fracciones

En otras palabras, la conversión total de un artículo de base polimérica a dióxido de carbono, agua, otros minerales y biomasa se tiene que distinguir del caso donde los residuos orgánicos no bioasimilables permanezcan al final. "Mineralización" puede utilizarse para distinguir la parte que es mineralizada como CO₂, H₂O, amonio, nitrato etc., de la parte transformada a biomasa ("bioasimilación"). La distinción entre las fracciones mineralizadas y bioasimiladas es factible a condición de que se pueda realizar la separación entre la fracción del artículo original que termina siendo mineral y el que termina siendo biomasa en el momento de la determinación. El marcaje isotópico es una de las técnicas que se pueden elegir para realizar esta distinción. Se debería tener presente que la incineración es también un proceso de mineralización. Por lo tanto, es de interés diferenciar entre la mineralización debida a un proceso biológico y la mineralización por medios químicos. Esto puede hacerse usando el prefijo "bio".

Conviene tener en cuenta que el esquema presentado en la figura 3 es de interés para formulaciones sólidas y también para macromoléculas que constituyen copolímeros, si estos copolímeros están compuestos de segmentos o partes bioestables y biodegradables.

5 VOCABULARIO

5.1 Axiomas para el vocabulario

A fin de establecer una terminología que puede ser aceptada por cualquiera y que pueda reflejar las diversas situaciones descritas antes, se utilizan los siguientes axiomas:

- 1) La terminología propuesta está basada en la distinción entre una propiedad (sufijo "-idad"), para el fenómeno correspondiente (sufijo "-ción"), y la extensión en la que se da dicho fenómeno. Lo último está expresado en términos de "grado" (fracción de la masa total del artículo polimérico inicial y por tanto comprendida entre 0 y 1). Puede también expresarse en términos de "porcentaje" del total de la masa del artículo polimérico inicial (comprendido entre 0 y 100%).
- 2) Los términos plástico o plásticos no tienen un significado preciso porque reflejan un sistema de formulación bastante complejo cuya composición exacta generalmente es desconocida. Solamente la expresión artículos de base polimérica se utilizará para designar un sólido o un artículo polimérico o macromolecular. (Expresiones como estructura química de un plástico o porcentaje de biodegradabilidad que se encuentran a veces en normas no tienen sentido y deberían ser excluidas).
- 3) En el caso de ausencia de células, la acción de enzimas aisladas en condiciones abióticas de laboratorio se considera como una reacción química catalizada y no como un proceso controlado biológicamente.
- 4) El significado de los términos explotados es específico para artículos poliméricos cuya degradación se considera como una propiedad beneficiosa.

5.2 Términos y definiciones

Los términos y definiciones están listados de acuerdo al fenómeno y no en orden alfabético (si es necesario, para un uso práctico, se da en un anexo una lista en orden alfabético).

NOTA De acuerdo con la terminología propuesta, hay jerarquía entre los términos degradable y biodegradable o entre biodegradable y biomineralizado o bioasimilado. Por ejemplo un polímero degradable no es necesariamente biodegradable mientras que un polímero biodegradable es degradable. Igualmente un artículo polimérico biodegradable no es necesariamente biomineralizado y bioasimilado mientras que un artículo polimérico biomineralizado y bioasimilado es biodegradable.

a) Términos generales

1 degradación:

Cambio en las propiedades iniciales debido a una ruptura química de las macromoléculas que forman un artículo polimérico independientemente del mecanismo de ruptura de la cadena.

2 degradabilidad:

La susceptibilidad de ser degradable.

3 degradable:

Estado de un artículo polimérico que puede sufrir degradación.

4 grado de degradación:

Fracción de masa de un material original que es degradada mientras se mide mediante un fenómeno específico sensible a dimensiones moleculares.

5 degradación en bloque:

Degradación más rápida en el interior que en la superficie del artículo polimérico.

6 erosión:

Degradación más rápida en la superficie que en el interior.

b) alteración de piezas o partículas**1 fragmentación:**

Descomposición de un artículo polimérico a partículas indiferente al mecanismo.

2 grado de fragmentación:

Fracción de masa del material original que es fragmentado.

3 desintegración:

Fragmentación de partículas de un tamaño aceptable (dependiendo de la aplicación).

4 grado de desintegración:

Fracción de masa de las partículas de tamaño definido procedente de un artículo polimérico fragmentado.

c) degradación mediante células**1 biodegradación:**

Degradación de un artículo polimérico debido a un fenómeno producido por células.

2 biodegradación aeróbica:

Biodegradación bajo condiciones aeróbicas.

3 biodegradación anaeróbica:

Biodegradación bajo condiciones anaeróbicas.

4 biodegradabilidad:

Tendencia a ser biodegradable.

5 biodegradable:

Estado de un artículo polimérico que puede ser biodegradado.

6 grado de biodegradación:

Fracción de un artículo polimérico original que es biodegradada mientras se mide mediante un fenómeno especificado o con técnicas sensibles a formaciones minerales y biomasa.

7 máximo grado de biodegradación:

Máximo valor de grado de biodegradación que se puede alcanzar en condiciones experimentales seleccionadas.

8 grado teórico de biodegradación:

Valor teórico del grado de biodegradación correspondiente a la conversión total de la materia orgánica presente en un artículo polimérico original a minerales y biomasa.

9 biofragmentación:

Fragmentación de un artículo polimérico debido a la acción de células.

10 grado de biofragmentación:

Fracción de masa que es biofragmentada del material original.

11 biodesintegración:

Desintegración resultado de la acción de células.

12 grado de biodesintegración:

Fracción de masa que es biodesintegrada de un artículo polimérico.

d) destino de los artículos poliméricos degradados**1 mineralización:**

Conversión de un compuesto orgánico a CH_4 o CO_2 y H_2O y otros minerales.

2 grado de mineralización:

Fracción que es mineralizada del artículo polimérico inicial.

3 biomineralización:

Mineralización causada por un fenómeno producido por células.

4 grado de biomineralización:

Fracción que es biomineralizada del artículo polimérico inicial.

5 bioasimilación:

Conversión de un artículo polimérico en biomasa.

6 biomasa

Material de origen biológico excluyendo el incrustado en una formación geológica o transformado a fósil.

7 grado de bioasimilación

Fracción que es bioasimilada de un artículo polimérico original.

8 biodisponibilidad

Propiedad de ser física y químicamente accesible a la acción de células y de las enzimas que las mismas liberan.

9 biodisponible

Estado de un compuesto plástico que puede ser procesado mediante células.

e) mecanismos de alteración particular**1 disolución:**

Solución de macromoléculas que constituye un artículo polimérico en un medio líquido.

2 erosión:

Alteración más rápida de la superficie que del interior.

3 bioerosión:

Degradación más rápida de la superficie que del interior resultado de la biodegradación.

4 degradación homogénea o biodegradación:

Degradación o biodegradación que sucede a la misma velocidad indiferente a la localización en el artículo polimérico.

5 degradación heterogénea o biodegradación:

Degradación o biodegradación que sucede a diferentes velocidades dependiendo de la localización en una matriz.

6 biodegradación en bloque:

Degradación más rápida en el interior que en la superficie resultado de la biodegradación.

7 degradación enzimática:

Degradación causada por la acción catalítica de enzimas en condiciones experimentales abióticas.

8 hidrodegradación:

Degradación identificada como resultado de la disociación hidrolítica de macromoléculas.

9 oxodegradación (o degradación oxidativa):

Degradación identificada como resultado de una disociación oxidativa de macromoléculas.

NOTA Igualmente, los prefijos como termo (por la acción de calor), foto (por la acción de la luz) se utilizan cuando se quiera indicar un mecanismo identificado de degradación.

10 oxobiodegradación:

Degradación identificada como resultado de un fenómeno oxidativo y producido por células, simultáneamente o sucesivamente.

NOTA Igualmente, los prefijos como termo (por la acción de calor), foto (por la acción de la luz) se utilizan separadamente o combinados cuando se quiere indicar la participación de diversos mecanismos identificados de degradación.

ANEXO A (Informativo)**TÉRMINOS Y DEFINICIONES ENUMERADOS EN ORDEN ALFABÉTICO**

Los términos y definiciones listados a continuación en orden alfabético están listados en el capítulo 5 según el fenómeno.

A.1 bioasimilación:

Conversión de un artículo polimérico inicial en biomasa.

A.2 biodegradabilidad:

Tendencia a ser biodegradable.

A.3 biodegradable:

Estado de un artículo polimérico que puede ser biodegradado.

A.4 biodegradación:

Degradación de un artículo polimérico debido a un fenómeno producido por células.

A.5 biodegradación aeróbica:

Biodegradación en condiciones aeróbicas.

A.6 biodegradación anaeróbica:

Biodegradación en condiciones anaeróbicas.

A.7 biodegradación en bloque:

Degradación más rápida en el interior que en la superficie resultado de la biodegradación.

A.8 biodesintegración:

Desintegración resultado de la acción de células.

A.9 biodisponibilidad:

Propiedad de ser física y químicamente accesible a la acción de células y de las enzimas que las mismas liberan.

A.10 biodisponible:

Estado de un compuesto plástico que se puede procesar mediante células.

A.11 bioerosión:

Degradación más rápida de la superficie que del interior resultado de la biodegradación.

A.12 biofragmentación:

Fragmentación de un artículo polimérico debido a la acción de células.

A.13 biomasa:

Material de origen biológico excluyendo el incrustado en una formación geológica o transformado a fósil.

A.14 biomineralización:

Mineralización causada por un fenómeno producido mediante células.

A.15 degradabilidad:

La susceptibilidad de ser degradable.

A.16 degradable:

Estado de un artículo polimérico que puede sufrir degradación.

A.17 degradación:

Cambio en las propiedades iniciales debido a una ruptura química de las macromoléculas que forman un artículo polimérico indiferente al mecanismo de ruptura de la cadena.

A.18 degradación en bloque:

Degradación más rápida en el interior que en la superficie del artículo polimérico.

A.19 degradación enzimática:

Degradación causada por la acción catalítica de enzimas en condiciones experimentales abióticas.

A.20 degradación heterogénea o biodegradación:

Degradación o biodegradación que sucede a diferentes velocidades dependiendo de la localización en una matriz.

A.21 degradación homogénea o biodegradación:

Degradación o biodegradación que sucede a la misma velocidad indiferente a la localización en el artículo polimérico.

A.22 desintegración:

Fragmentación de partículas de un tamaño aceptable (dependiendo de la aplicación).

A.23 disolución:

Solución de macromoléculas que constituyen un artículo polimérico en un medio líquido.

A.24 erosión:

Alteración más rápida de la superficie que del interior.

A.25 fragmentación:

Descomposición de un artículo polimérico a partículas indiferente al mecanismo.

A.26 grado de bioasimilación:

Fracción que es bioasimilada de un artículo polimérico original.

A.27 grado de biodegradación:

Fracción de un artículo polimérico original que es biodegradada mientras se mide mediante un fenómeno especificado o técnicas susceptibles a formaciones minerales y biomasa.

A.28 grado de biodesintegración:

Fracción de masa que es biodesintegrada de un artículo polimérico.

A.29 grado de biofragmentación:

Fracción de masa que es biofragmentada de material original.

A.30 grado de biomineralización:

Fracción que es biomineralizada del artículo polimérico inicial.

A.31 grado de degradación:

Fracción de masa degradada, de un material original que es medida mediante un fenómeno específico perceptible a dimensiones moleculares.

A.32 grado de desintegración:

Fracción de masa de las partículas de tamaño definido procedente de un compuesto polimérico fragmentado.

A.33 grado de fragmentación:

Fracción de masa que es fragmentada del material original.

A.34 grado de mineralización:

Fracción que es mineralizada del artículo polimérico inicial.

A.35 grado teórico de biodegradación:

Valor técnico del grado de biodegradación correspondiente a la conversión total de la materia orgánica presente en un artículo polimérico original a minerales y biomasa.

A.36 hidrodegradación:

Degradación identificada como resultado de la disociación hidrolítica de macromoléculas.

A.37 máximo grado de biodegradación:

Máximo valor de grado de biodegradación que se puede alcanzar en las condiciones experimentales seleccionadas.

A.38 mineralización:

Conversión de un compuesto orgánico a CH₄ o CO₂ y H₂O y otros minerales.

A.39 oxodegradación (o degradación oxidativa):

Degradación identificada como resultado de una disociación oxidativa de macromoléculas.

NOTA Igualmente, los prefijos como termo (por la acción de calor), foto (por la acción de la luz) son utilizados cuando sea preciso indicar un mecanismo identificado de degradación.

A.40 oxobiodegradación:

Degradación identificada como resultado del fenómeno oxidativo y producido por células, simultáneamente o sucesivamente.

NOTA Igualmente, los prefijos como termo (por la acción de calor), foto (por la acción de la luz) se utilizan separadamente o combinados cuando se quiere indicar la participación de diversos mecanismos identificados de degradación.

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32