

**MATERIAL COMPUESTO ORGÁNICO, MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DEL
MISMO A PARTIR DE DESECHOS HETEROGÉNEOS Y USOS DE ESTE**

CAMPO TÉCNICO

5

La presente tecnología se refiere al manejo de desechos.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10

Las referencias que se consideran pertinentes como antecedentes de la materia que se describe en la presente se detallan a continuación:

15

- Publicación de la solicitud de patente internacional núm. WO10082202.

- Publicación de la solicitud de patente internacional núm. WO14193748.

- Publicación de la solicitud de patente europea núm. EP0781806.

20

- Publicación de la solicitud de patente internacional núm. WO9725368.

- Patente de los EE. UU. núm. US5973035.

- Patente de los EE. UU. núm. US2004080072.

- Patente de los EE. UU. núm. US2004043097.

25

- Publicación de la solicitud de patente internacional núm. WO03084726.

- Publicación de la solicitud de patente internacional núm. WO9411176.

El reconocimiento de las referencias anteriores en la presente descripción no debe inferirse en el sentido de que sean de alguna manera pertinentes para la patentabilidad de la materia de la presente descripción.

ANTECEDENTES

WO10082202 describe un material compuesto que tiene propiedades termoplásticas y que comprende materia orgánica y opcionalmente uno o ambos de materia inorgánica y plástico con características únicas. Tal material compuesto puede prepararse de desechos tales como desechos domésticos. Para la preparación del material compuesto, los desechos se secan y se particulan. El material de desecho seco y particulado se calienta después, mientras se mezcla bajo fuerzas de cizallamiento. El material compuesto se procesa para obtener artículos útiles.

WO14193748 se relaciona con composiciones bioplásticas, material de nanocelulosa, material de celulosa nanocristalina y/o nanofibras elaboradas a partir de la preparación celulósica que se obtiene del efluente de aguas residuales y métodos y sistemas para producir estas composiciones bioplásticas, material de

nanocelulosa, material de celulosa nanocristalino, y/o nanofibras.

EP0781806 describe gránulos de polvo de celulosa y un método para fabricar los mismos, en donde el polvo de
5 celulosa seco producido pulverizando papel o madera se impregna con un agente ignífugo líquido, y después el polvo de celulosa se seca para producir el polvo de celulosa resistente al calor. El polvo de celulosa resistente al calor, el lubricante y la resina de tereftalato de
10 polietileno pulverizada se colocan en la amasadora de calentamiento, y la mezcla se amasa bajo compresión y calentamiento para producir un material pastoso. El material de pasta se suministra a un extrusor de doble tornillo, el paríson tipo barra que tiene un diámetro
15 pequeño extrudido desde el extremo del extrusor se corta en pedazos, y los pedazos se enfrían al aire para producir los gránulos de polvo de celulosa.

W09725368 describe una composición que comprende un compuesto de resina de ingeniería y fibra de madera que
20 puede usarse en forma de un extrudido lineal o gránulo termoplástico para fabricar miembros estructurales. Los miembros estructurales compuestos de resina/fibra de madera pueden fabricarse en un proceso de extrusión o un proceso de moldeo por inyección. La invención también se relaciona
25 con el reciclaje ambientalmente sensible de corrientes de desechos. El compuesto de resina/fibra de madera puede

contener un reciclaje intencional de una corriente de desechos que comprende escamas o partículas de polímero o fibra de madera.

US5973035 describe compuestos de fibra
5 celulósica o lignocelulósica texturizada y una resina seleccionada de polietileno, polipropileno, poliestireno, policarbonato, polibutileno, poliésteres termoplásticos, poliéteres, poliuretano termoplástico, PVC, y métodos para formar los compuestos.

10 US2004080072 y US2004043097 describen el procesamiento de desechos sólidos municipales en material compuesto haciendo uso de un hidrolizador.

W003084726 describe gránulos de fibra de celulosa procesados con baja humedad útiles en la
15 fabricación de productos y materiales de polímeros reforzados con fibra de celulosa, y un proceso sin extrusor para formar tales gránulos de fibra de celulosa de baja humedad a partir de materiales de origen de desechos basados en fibra de celulosa procesados en húmedo. Los
20 gránulos de fibra de celulosa incluyen fibras de celulosa procesada y plásticos mixtos y/o inorgánicos tales como minerales, arcilla, y lo similar.

W09411176 describe un proceso para producir una composición con un material plástico orientado y material
25 particulado orientado usando un extrusor. La composición

comprende fibra de madera en una cantidad que no es mayor que 80 % en peso.

Descripción general

5 La presente descripción proporciona un material compuesto que comprende una mezcla heterogénea que comprende al menos 90 % en peso de material orgánico. Debido al alto contenido de orgánicos, el material compuesto se denomina en la presente descripción con el término “*Orgánicos*” o
10 “*material compuesto orgánico*” u “OCM”. El material compuesto orgánico (OCM) descrito en la presente descripción se caracteriza por al menos uno de los siguientes:

- el OCM tiene una huella de carbono menor que aproximadamente -10 KgCO₂ eq/kg según se
15 determina de acuerdo con ISO14040: 2006;
- cuando el OCM se combina con polipropileno (PP) al 70 % en peso, para obtener un PP-OCM; el PP-OCM resultante tiene un índice de flujo de fusión (MFI, por sus siglas en
20 inglés, 230 °C/2.16 kg) mayor que aproximadamente 30 g/10 min, según se determina de acuerdo con ISO1133-1:2011; y
- cuando el OCM se combina con 70 % en peso de ácido poliláctico (PLA) para obtener un PLA-
25 OCM, y cuando el PLA- OCM se coloca en el compuesto durante al menos 80 días, el PLA-

OCM exhibe al menos 90 % en peso de degradación;

y en donde el OCM se caracteriza además por al menos uno de

- 5 - el OCM comprende entre 0 % en peso y 3 % en peso de polímeros sintéticos (es decir, igual o menor que 3 %) fuera del peso total del OCM según se determina de acuerdo con ISO11358; y
- 10 - el OCM comprende ninguna cantidad detectable de al menos una de cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), y tereftalato de polietileno (PET), según se determina de acuerdo con ISO11358.

También proporcionado por la materia descrita en
15 la presente descripción está un proceso para preparar un OCM, el proceso comprende:

- a. proporcionar material de consumo que comprende una mezcla que incluye desechos orgánicos heterogéneos y desechos inorgánicos heterogéneos, el desecho orgánico heterogéneo
20 constituye al menos 90 % en peso del peso total del material de consumo; y
- b. someter dicho material de consumo a una mezcla de alta velocidad a una temperatura
25 de hasta aproximadamente 130 °C, una velocidad de al menos aproximadamente

2500 rpm, y en condiciones de vacío, para de esta manera obtener el OCM;

donde el material de consumo se caracteriza por al menos uno de:

- 5 - comprende entre 0 % en peso y 3 % en peso de polímeros sintéticos (es decir, igual o menor que 3 %) fuera del peso total del OCM según se determina mediante ISO11358; y
- 10 - comprende ninguna cantidad detectable de al menos una de cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), y tereftalato de polietileno (PET), según se determina de acuerdo con ISO11358.

15 Además, en la presente descripción se proporciona un artículo de fabricación que comprende una mezcla de al menos un polímero sintético y un OCM como se describe en la presente descripción, en donde dicho artículo de fabricación tiene una huella de carbono que es menor que la huella de
20 carbono de dicho al menos un polímero sintético.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para comprender mejor la materia que se describe
25 en la presente descripción y para ejemplificar cómo puede llevarse a cabo en la práctica, a continuación se describirán

modalidades, exclusivamente como ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos adjuntos, en las que:

la **Figura 1** es una imagen del OCM obtenida de acuerdo con algunos ejemplos de la presente descripción.

5 Las **Figures 2A-2C** son imágenes de muestras moldeadas por inyección de OCM preparadas en condiciones de presión negativa (**Figura 2A**), de un material compuesto de referencia preparado en las mismas condiciones que las muestras del OCM, pero sin aplicar presión negativa (**Figura**
10 **2B**) o de un OCM compuesto en condiciones de presión negativa con un 80 % en peso de polipropileno (**Figura 2C**).

La **Figura 3** es un gráfico que muestra la biodegradación acumulativa de 4 muestras diferentes, con la Muestra 1 y la Muestra 2 producidas con OCM de acuerdo con
15 la presente descripción, sin o con OXO, respectivamente, la Muestra 3 y la Muestra 4 comprenden polímero de ácido poliláctico, sin o con OXO, respectivamente.

Las **Figuras 4A-4D** son gráficos de análisis combinados de termogravimetría (TG) y calorimetría
20 diferencial de barrido (DSC, por sus siglas en inglés) (TG-DSC, por sus siglas en inglés), donde las **Figuras 4A-4B** son gráficos DSC de un material compuesto *Sin plástico* ("Q0.9") de 0 °C a 1.500 °C, a una tasa de 50 °C por minuto; las **Figuras 4C-4D** son gráficos DSC de un OCM de acuerdo
25 con la presente descripción, de 0 °C a 1500 °C a una tasa de 50 °C por minuto.

La **Figura 5** es un espectro de ART-FTIR que muestra la diferencia entre el OCM descrito en la presente descripción y el material compuestos *sin plástico* (Q0.9).

La **Figura 6** proporciona la ecuación para el método de desintegración del primer orden (FOD, por sus siglas en inglés) para calcular las emisiones evitadas, que incluyen los siguientes parámetros: factor de corrección del modelo (“10”), fracción de metano que se muestra como SWDS (“20”), impacto potencial de calentamiento global del metano (“30”), factor de oxidación (“40”), conversión de carbono a metano (“50”), fracción de metano en SWDS (“60”), fracción de carbono orgánico degradable que puede descomponerse (“70”), factor de corrección de metano (“80”), diferenciación de horizontes de tiempo (“90”), diferenciación de tipos de desecho (“100”), cantidad de SW tipo j que no puede eliminarse en un SWDS (“110”), fracción de carbono orgánico degradable en el tipo de desecho (“120”), tasa de desintegración por el tipo de desecho (“130”), horizonte de tiempo en revisión (“140”).

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La producción de materiales compuestos utilizables a partir de desechos heterogéneos enfrentan
5 muchos desafíos. Sin embargo, la cantidad de desechos que se generan, todos los días, alrededor del mundo, exige recrear nuevos materiales útiles a partir de ellos. Como tales, los desechos orgánicos y, en particular, la gestión de desechos de alimentos debe considerarse una de las
10 principales prioridades de los gobiernos locales, regionales, nacionales e internacionales.

La presente descripción se basa en el desarrollo de un compuesto de tipo termoplástico de base biológica (esencialmente libre de plástico) a partir de desechos
15 naturales sólidos domésticos heterogéneos (HSNW, por sus siglas en inglés), de los cuales se han eliminado esencialmente todos los materiales no naturales (sintéticos). Se descubrió que el material compuesto de base biológica descrito tiene una huella de carbono
20 inesperadamente baja y es biodegradable como se describirá con más detalle a continuación.

Específicamente, la presente descripción proporciona un material compuesto orgánico esencialmente libre de sintéticos que comprende una mezcla elaborada de
25 desechos orgánicos heterogéneos que constituye al menos 90 % en peso, en veces, al menos 95 % en peso o incluso al

menos 97 % en peso del material compuesto resultante total
(el material compuesto orgánico denominado veces por la
abreviatura “orgánicos” o “material compuesto orgánico” o,
abreviado “OCM”); el OCM se caracteriza por al menos uno
5 de los siguientes:

- una huella de carbono menor que
aproximadamente $-10 \text{ KgCO}_2 \text{ eq/Kg}$ según se
determina de acuerdo con ISO14040: 2006;
- cuando el OCM se combina con 70 % en peso de
10 polipropileno (PP) para proporcionar un
material compuesto orgánico-PP, el material
compuesto de PP-orgánico tiene un índice de
flujo de fusión (MFI 230 °C/2.16 kg) mayor que
aproximadamente 30 g/10 min, según se
15 determina de acuerdo con ISO1133-1:2011,
preferentemente mayor que aproximadamente
40 g/10 min, preferentemente mayor que
aproximadamente 50 g/10 min; y
- cuando el OCM se combina con 70 % en peso de
20 ácido poliláctico (PLA, por sus siglas en
inglés) para obtener un OCM-PLA y el OCM-PLA
se coloca en un compuesto durante al menos 80
días, el OCM-PLA exhibe al menos 90 % de
degradación;
- 25 el OCM se caracteriza además por al menos
uno de:

- un contenido de polímero sintético de entre 0 % y 3 % fuera del peso total del OCM, es decir, hasta 3 %;
- ninguna cantidad detectable (p. ej., 0 % en peso) de al menos una de cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), y tereftalato de polietileno (PET), según se determina usando el análisis TG-DSC realizado de acuerdo con ISO11358 (pérdida de peso >5 %).

En el contexto de la materia descrita en la presente descripción, cuando se refiere a “*material compuesto*” debe entenderse como una mezcla esencialmente uniformemente distribuida dentro del compuesto (mezcla que significa una mezcla homogénea e íntima) de dos o más materiales constituyentes que son diferentes en sus propiedades químicas y/o físicas y que aún se fusionan para crear un material que tiene propiedades diferentes a las de los materiales individuales que lo forman. En algunos ejemplos, el material compuesto es una mezcla de una pluralidad de constituyentes, esencialmente todos de origen natural. La mezcla en el contexto de la presente descripción, debe entenderse que los constituyentes no pueden separarse sin aplicar procedimientos químicos tales como fusión, evaporación, solvatación, etc., y/o los constituyentes forman juntos una masa continua. La composición de los constituyentes forma la masa continua de esta.

El material compuesto orgánico, es decir, OCM, en el contexto de la presente descripción, incluye materia orgánica no sintética heterogénea, es decir, que incluye una pluralidad de material orgánico no sintético, algunos de los
5 cuales pueden identificarse como derivados de desechos heterogéneos. El OCM puede identificarse por su contenido de materia de celulosa e incluso, típicamente contiene también materia derivada de animales (p. ej., ADN).

El material compuesto orgánico descrito en la
10 presente descripción se considera un material compuesto esencialmente “*libre de sintéticos*”, es decir, si están presentes polímeros sintéticos (plástico), es en una cantidad igual que o menor que 3 % en peso, o incluso menor que 2 % en peso, o incluso menor que 1 % en peso, o incluso
15 menor que 0,5 % en peso o incluso en una cantidad que no puede detectarse usando, por ejemplo, el análisis TG-DSC realizado de acuerdo con la norma ISO 11358 (pérdida de peso >5 %). Por lo tanto, en el contexto de la presente descripción, el término “*libre de sintéticos*” denota como
20 máximo 3 % en peso de polímeros que contienen carbono sintético o semisintético, denominado en la presente descripción como “*plásticos sintéticos*”.

En algunos ejemplos, el término “libre de sintéticos” denota que el material compuesto comprende como
25 máximo 2,9 % en peso de plásticos sintéticos, a veces,

como máximo 2,5 % en peso de plásticos sintéticos; a veces,
como máximo 2 % en peso de plásticos sintéticos; a veces,
como máximo 1,5 % en peso de plásticos sintéticos; a veces,
como máximo 1 % en peso de plásticos sintéticos; a veces,
5 como máximo 0,5 % en peso de plásticos sintéticos; a veces,
como máximo 0,1 % en peso de plásticos sintéticos; a veces
como máximo 0,01 % en peso de plásticos sintéticos; a
veces, como máximo un 0 % en peso de plásticos sintéticos,
o ninguna cantidad detectable de plásticos sintéticos,
10 según se determina usando el análisis TG-DSC realizado de
acuerdo con ISO11358 (pérdida de peso >5 %).

En algunos ejemplos, el material compuesto
orgánico comprende una cantidad de polímeros sintéticos que
constituye entre 0 % en peso y 5 % en peso del peso total
15 del material compuesto. A veces, la cantidad de polímeros
sintéticos constituye entre 0 % en peso y 4 % en peso; a
veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre
0 % en peso y 3 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros
sintéticos constituye entre 0 % en peso y 2 % en peso; a
20 veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre
0 % en peso y 1 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros
sintéticos constituye entre 0 % en peso y 0,5 % en peso; a
veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre
0 % en peso y 0,1 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros
25 sintéticos constituye entre 0,01 % en peso y 3 % en peso; a
veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre

0,1 % en peso y 3 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre 0,1 % en peso y 3 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre 0,1 % en peso y 2 % en peso; a veces, la cantidad de polímeros sintéticos constituye entre 0,1 % en peso y 1 % en peso.

La cantidad de contenido de polímeros sintéticos (plástico) se determina usando el análisis TG-DSC de acuerdo con ISO11358.

En algunos ejemplos, el OCM descrito en la presente descripción está esencialmente libre de plásticos sintéticos. En el contexto de la presente descripción, cuando se hace referencia a “*esencialmente libre*” debe entenderse que el OCM puede incluir también cantidades de trazas insignificantes de polímeros sintéticos. En este contexto, las cantidades de trazas incluyen no más de 1 % en peso de polímeros sintéticos; a veces, no más de 0,5 % en peso de polímeros sintéticos; a veces, no más de 0,1 % en peso de polímeros sintéticos, a veces ninguna cantidad detectable de polímeros sintéticos, todas las cantidades mencionadas son según se determina mediante ISO11358.

En algunos ejemplos, el OCM está libre de polímeros sintéticos, es decir, no tiene cantidades detectables de plásticos sintéticos, cuando se examina usando las condiciones de análisis de TG-DSC descritas en la presente descripción de acuerdo con ISO11358.

En el contexto de la presente descripción, cuando se hace referencia a “*polímeros sintéticos*” o *plásticos sintéticos*” debe entenderse que abarca al menos plásticos presentes típicamente en desechos domésticos y/o
5 industriales, pero también cualesquier otros plásticos sintéticos conocidos en la técnica. En algunos ejemplos, los plásticos sintéticos incluyen una pluralidad de plásticos.

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen una o más poliolefinas. Cuando se hace referencia a
10 las poliolefinas, se incluye, sin limitarse a ellas, uno cualquiera del polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), polietileno (PE).

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos
15 incluyen uno o más poliacrilonitrilos.

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más polibutadienos.

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más policarbonatos.

20 En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen una o más poliamidas (PA).

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más copolímeros de alcohol etilenvinílico (EVOH, por sus siglas en inglés).

25 En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más poliuretanos (PU).

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más tereftalatos de polietileno (PET).

En algunos ejemplos, los polímeros sintéticos incluyen uno o más termoestables, p. ej., caucho
5 vulcanizado, polímeros termoplásticos vulcanizados (TPV, por sus siglas en inglés) y/o poliuretanos (PU).

Por lo tanto, en algunos ejemplos, el OCM comprende al menos una poliolefina con al menos otros plásticos (no poliolefina), tal como los identificados
10 anteriormente, cada combinación posible de poliolefina(s) y no poliolefina(s) constituye un ejemplo diferente de acuerdo con la presente descripción.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de HDPE.

15 En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de LDPE.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de PE.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente
20 libre de PP.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de poliacrilonitrilos.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de polibutadienos.

25 En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de policarbonatos.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de poliamidas.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de copolímeros de alcohol etilenvinílico.

5 En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de poliuretano.

En algunos ejemplos, el OCM está esencialmente libre de tereftalato de polietileno (PET).

En algunos ejemplos, el OCM incluye una cualquiera
10 o una combinación de desechos de plantas, desechos de productos derivados de plantas, y desechos de animales.

En algunos ejemplos, el OCM comprende una mezcla heterogénea de material a base de celulosa. Esto incluye cualquier combinación de biomasa lignocelulosa, celulosa,
15 lignina y/o hemicelulosa. En lo siguiente, el término “celulosa” se refiere colectivamente a una o una combinación de lignocelulosa, celulosa, lignina y hemicelulosa.

Como se señaló anteriormente, el OCM se caracteriza por una huella de carbono menor que aproximadamente -
20 10 KgCO₂ eq/Kg según se determina de acuerdo con la evaluación del ciclo de vida (LCA) de ISO14040: 2006.

En el contexto de la presente descripción, el término “*huella de carbono*” se usa para denotar la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) o CO₂ equivalente emitido del
25 material compuesto.

De acuerdo con la presente descripción, la determinación de la huella de carbono hace uso de la herramienta de metodología 4 del mecanismo de desarrollo limpio (CDM, por sus siglas en inglés) de la ONU (V. 8.0, 5 cuyos detalles se encuentran en <https://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>) y la metodología consolidada para procesos alternativos de tratamiento de desechos (ACM0022, cuyos detalles se encuentran en 10 <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/YINQ0W7SUY002S6GU8E5DYVP2ZC2N3>). Notablemente, el mecanismo CDM es aplicable en todos los mercados, incluidos la Unión Europea, el Reino Unido, Estados Unidos, e Israel.

La herramienta 4 se refiere a sitios de 15 eliminación de desechos sólidos (SWDS, por sus siglas en inglés). El escenario de valor inicial asumido (en ausencia del empleo de una instalación de manejo/reciclaje de desechos) es la eliminación de desechos sólidos municipales (MSW, por sus siglas en inglés) en un relleno 20 sanitario parcialmente manejado. Los rellenos sanitarios producen condiciones anaeróbicas, bajo las cuales los desechos orgánicos producen metano a medida que se descomponen. Como se aprecia, el metano es un gas de invernadero muy potente (GHG, por sus siglas en inglés) 25 con un potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) 86 veces mayor que el dióxido de carbono

(CO₂) cuando se considera en una línea de tiempo de 20 años (GWP₂₀), o 34 veces mayor en un horizonte de tiempo de 100 años (GWP₁₀₀) (ver en esta conexión también https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf, p. 714, Table 8.7.). El material compuesto descrito en la presente descripción proporciona una solución para una necesidad inminente al desviar los desechos orgánicos, entre otros, de los rellenos sanitarios y convertirlos en un producto que evite esta generación de metano.

De acuerdo con la presente descripción, la determinación de las emisiones evitadas puede determinarse mediante el método de desintegración de primer orden (FOD), que incluye los siguientes parámetros:

- Fracción de metano en el gas SWDS
- Fracción de metano capturada en el SWDS
- Cantidad de metano oxidado por la cubierta de SWDS
- Factor de corrección de metano
- Factor de corrección del modelo para tener en cuenta las incertidumbres del modelo
- Cantidad de cada tipo de desecho tratado
- Fracción de carbono orgánico degradable (DOC, por sus siglas en inglés)
- Tasa de desintegración de cada tipo de desecho

La ecuación de FOD se proporciona en la Figura 6.

Los valores centrales usados para los parámetros FOD se muestran en las Tablas 1A y 1B.

Tabla 1A: Supuestos para los parámetros del modelo

Parámetro	Descripción	Valor central
ϕ	Factor de corrección del modelo para tener en cuenta las incertidumbres del modelo	1,00
f	Fracción de metano capturada en el SWDS	0,00
OX	Factor de oxidación	0,00
F	Fracción de metano en el gas SWDS	0,55
DOC_f	Fracción de carbono orgánico degradable (DOC) que puede descomponerse después de 100 años en un relleno sanitario	0,68*
MCF	Factor de corrección de metano	0,9

5 * El promedio ponderado del DOCf específico del componente de MSW en el escenario de valor inicial se usa para el cálculo

Tabla 1B: Valores predeterminados de IPCC 2006 para carbono orgánico degradable (DOC) y tasa de

10 desintegración (k) por tipo de desecho

	Componentes MSW					
	Desecho de alimentos	Plástico	Cartón	Papel	Pañales	Desecho de jardines
DOC_j (%) en desecho seco*	45 %	0 %	44 %	44 %	30 %	55 %
Tasa de desintegración (k) **	10 %	0 %	6 %	6 %	10 %	8 %

* Los valores DOC_j se adaptan de los valores predeterminados para diferentes tipos de desechos proporcionados en las Directrices de IPCC 2006 para los Inventarios Nacionales de GHG

15 ** Los valores son valores predeterminados provenientes de las Directrices de IPCC 2006 para los Inventarios Nacionales de GHG.

Al considerar la determinación de la huella de carbono, debe tomarse en cuenta la siguiente definición de términos:

20 términos:

Descomposición anaeróbica - Descomposición en ausencia de oxígeno. Los desechos orgánicos producen CO₂ cuando se descomponen en presencia de oxígeno, pero el metano más potente de GHG en condiciones anaerobias
5 (<https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>).

Escenario de valor inicial - La situación que ocurriría en ausencia de un proyecto o actividad propuesta (también conocido como “negocios como siempre”,
10 https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos_CDM.pdf).

Dióxido de carbono (CO₂) - El gas de efecto invernadero (GHG) más abundante en la Tierra. El dióxido de carbono se produce naturalmente, pero se libera también por muchas actividades humanas, incluido el transporte, la
15 generación de energía, y los procesos industriales. Medido en partes por millón (ppm) (<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#carbon-dioxide>).

Equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq) - Una
20 medida usada para expresar el potencial de calentamiento global (GWP) de otros GHG, así como la huella de carbono de procesos, actividades, o productos, en términos de CO₂ (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Carbon_dioxide_equivalent)

25 **Huella de carbono** - Una evaluación del ciclo de vida (LCA) que se centra únicamente en la categoría de

impacto del cambio climático para medir las emisiones de carbono causadas durante la vida útil de un producto o por las actividades de una organización (la norma ISO relevante es 14067, (<https://www.iso.org/standard/71206.html>))

5 **Negativo para el carbono** - Un producto, proceso u organización negativo para el carbono negativo debe aislar o prevenir más emisiones de carbono de las que genera. Como se describe más adelante, el material compuesto descrito en la presente descripción es un producto de carbono negativo
10 (también conocido como “positivo para el clima”) (<https://www.vox.com/the-goods/2020/3/5/21155020/companies-carbon-neutral-climate-positive>).

Positivo para el clima - Un producto, proceso u organización positivo para el clima debe aislar o evitar
15 más emisiones de carbono de las que genera. Como se detalla en la presente descripción, el material compuesto descrito en la presente descripción es un producto positivo para el clima (también conocido como “negativo para el carbono”).

Mecanismo de desarrollo limpio (CDM) - Una
20 metodología definida en el Protocolo de Kioto para proporcionar proyectos que reduzcan las emisiones de GHG y generen unidades de reducción de emisiones certificadas (las CER, por sus siglas en inglés), que pueden comercializarse en esquemas de comercio de emisiones
25 (<https://cdm.unfccc.int/>). Como se describió anteriormente y a continuación, esta metodología de CDM puede y se usó

para calcular las emisiones evitadas para la LCA del material compuesto descrito en la presente descripción.

De la cuna a la puerta - Un LCA de la cuna a la puerta considera las emisiones de carbono desde la etapa de extracción a través del proceso de producción, hasta que el producto abandona al fabricante o la puerta de la fábrica. Esto incluye el transporte a la fábrica, pero no al cliente (<https://circularecology.com/glossary-of-terms-and-definitions.html#.X-Ir1C-ZPOQ>).

Final de vida (EOL) - Se refiere a la etapa de eliminación del ciclo de vida de un producto. Las opciones de EOL habituales incluyen relleno sanitario, reciclaje químico y mecánico, compostaje, e incineración (<https://www.wur.nl/en/article/Waste-stage-end-of-life-options-1.htm>).

Gas de efecto invernadero (GHG) - Un gas que tiene el potencial de capturar calor al evitar que la radiación abandone la atmósfera de la tierra, lo que causa el efecto invernadero. Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y vapor de agua son los GHG más importantes, junto con el ozono a nivel de superficie, los óxidos nitrosos y los gases fluorados en menor medida (<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>).

Potencial de calentamiento global (GWP) - La capacidad de un GHG para atrapar la radiación y provocar

calentamiento. El GWP de todos los GHG se basa en el de CO₂ y se expresa como CO₂ eq. Debido a que los diferentes gases tienen diferentes vidas útiles, el GWP de un gas depende de la cantidad de tiempo analizado. Un gas con una vida útil corta en relación con CO₂ tendrá un GWP mayor con un horizonte de tiempo más corto, ya que el efecto comenzará a disminuir una vez que el gas se descomponga en la atmósfera

(https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf).

GWP₂₀-GWP en un horizonte de tiempo de 20 años, donde el metano es 86 veces más potente que CO₂ (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf).

GWP₁₀₀-GWP en un horizonte de tiempo de 100 años, donde el metano es 34 veces más potente que CO₂ (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf).

Protocolo de Kioto - Un acuerdo adoptado en 1997 y que entró en vigencia en 2005 que establece objetivos vinculantes de reducción de emisiones. Estableció mecanismos de mercado flexibles, tales como CDM basados en el mercado de permisos de emisión.

Evaluación del ciclo de vida (LCA) - Un análisis cuantitativo de los impactos ambientales de un producto, proceso, u organización. Las categorías de impacto (p. ej.,

emisiones de carbono o uso de agua) y los límites del sistema (p. ej., de la cuna a la puerta) pueden variar dependiendo del objetivo de la evaluación, pero deben indicarse de manera transparente. Las normas ISO relevantes son 14040 y 14044
5 (<https://pre-sustainability.com/legacy/download/Life-Cycle-Based-Sustainability-Standards-Guidelines.pdf>).

Límite del sistema - Describe el grado en que las actividades asociadas con un producto, proceso, u organización se consideran en una LCA. Los límites pueden
10 considerar etapas de producción, áreas geográficas, y periodos de tiempo (https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ECOIL_Life_Cycle.pdf).

15 Basado en lo anterior, la huella de carbono del OCM se ha determinado, por lo tanto, de acuerdo con la Herramienta de metodología 4 del Mecanismo de desarrollo limpio de la ONU (CDM) (V. 8.0) y ACM0022.

En algunos ejemplos, se ha determinado que el OCM
20 tiene una huella de carbono no mayor que 11 KgCO₂ eq/kg.

En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que -12 kgCO₂ eq/kg. En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que -13 kgCO₂ eq/kg.

25 En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que -14 kgCO₂ eq/kg.

En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que $-15 \text{ kgCO}_2 \text{ eq/kg}$.

En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que $-16 \text{ kgCO}_2 \text{ eq/kg}$.

5 En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que $-17 \text{ kgCO}_2 \text{ eq/kg}$.

En algunos ejemplos, el OCM tiene una huella de carbono no mayor que $-18 \text{ kgCO}_2 \text{ eq/kg}$.

A veces, el OCM se caracteriza por sus propiedades
10 después de combinarse con plástico virgen (VP, por sus siglas en inglés). En el contexto de la presente descripción, cuando se refiere a “composición”, y como también se describe anteriormente, debe entenderse que denota un mezclado íntimo entre el OCM y el constituyente adicional, p. ej., VP, para
15 formar el material compuesto, p. ej., “VP-OCM”.

En algunos ejemplos, el mezclado íntimo incluye calentar (hasta una temperatura a la que se funde al menos una porción de la mezcla) y aplicar fuerzas de cizallamiento sobre la mezcla. En algunos ejemplos, el mezclado íntimo
20 comprende la extrusión de la mezcla o moldeo por inyección.

En algunos ejemplos, el VP-OCM combinado comprende al menos 90 % en peso de OCM; a veces, no más del 80 % en peso de OCM; a veces, no más del 70 % en peso de OCM; a veces, no más del 60 % en peso de OCM; a veces,
25 no más del 50 % en peso de OCM; a veces no más de 40 % en

peso de OCM; a veces, no más del 30 % en peso de OCM; a veces, no más del 20 % en peso de OCM.

En algunos ejemplos, el VP-OCM combinado comprende al menos 1 % en peso de OCM; a veces, al menos 10 % en peso de OCM; a veces al menos 20 % en peso de OCM; a veces, al menos 30 % en peso de OCM; a veces, al menos 40 % en peso de OCM; a veces al menos 50 % en peso de OCM; a veces, al menos 60 % en peso de OCM; a veces, al menos 70 % en peso de OCM.

En algunos ejemplos, el VP-OCM combinado comprende OCM en cualquier rango entre 10 % en peso y 90 % en peso; a veces, entre 20 % en peso y 80 % en peso; a veces, entre 30 % en peso y 70 % en peso; a veces, entre 40 % en peso y 60 % en peso; a veces, entre 55 % en peso y 65 % en peso; cualquier rango de este tipo que constituye un ejemplo independiente de la presente descripción.

Cuando se combina con un polímero virgen, tal como polipropileno (PP) o ácido poliláctico (PLA), el OCM reduce significativamente la huella de carbono del polímero plástico virgen por debajo de la huella de carbono de los plásticos vírgenes en ausencia del OCM. Esto es evidente de los ejemplos no limitantes presentados en las Tablas 3-4, que muestran la huella de carbono de OCM. Además, las Tablas 3-4 muestran que cuando el OCM se combinó con un 70 % de polímero sintético, tal como PP o PLA, la huella de carbono de estos dos polímeros se redujo de 2,8 kgCO₂ eq/kg a -3,7 kgCO₂ eq/kg, y de 3,8 kgCO₂ eq/kg a -3,1 kgCO₂ eq/kg, respectivamente.

El OCM descrito en la presente descripción se caracteriza también por su índice de flujo de fusión (MFI, también conocido como la tasa de flujo de fusión (MFR, por sus siglas en inglés)). En el contexto de la presente descripción, debe entenderse que se refiere a una medida de la facilidad de flujo del OCM (cuando se funde) y se define como el peso del OCM en gramos que fluye en 10 minutos a través de una matriz que tiene dimensiones y bajo condiciones adicionales según se determina de acuerdo con ISO1133. Esta norma definió la determinación de la velocidad de flujo de fusión y la velocidad de flujo de volumen de fusión MVR del material compuesto.

En algunos ejemplos, la fluidez (es decir, MFI) del OCM se determina cuando se combina con polipropileno (70 % en peso, en la presente descripción PP-OCM).

El MFI (a 230 °C/2,16 kg) del PP-OCM es mayor que aproximadamente 30 g/10 min según se determina de acuerdo con ISO1133-1:2011.

En algunos ejemplos, el PP-OCM tiene un MFI de al menos aproximadamente 35 g/10 min; a veces, de al menos aproximadamente 40 g/10 min; a veces, de al menos aproximadamente 45 g/10 min; a veces, de al menos aproximadamente 50 g/10 min; a veces, de al menos aproximadamente 55 g/10 min.

Sorprendentemente, se ha comprobado que el OCM solo reduce mínimamente el MFI del plástico virgen con el

que se combina. Por lo tanto, aunque permite el uso de plásticos menos vírgenes en artículos de fabricación, lo que proporciona, por lo tanto, beneficios ecológicos, no impone ningún desafío industrial.

5 En vista del hallazgo anterior, y de acuerdo con algunos ejemplos de la presente descripción, el cambio en el MFI de un plástico virgen (VP), una vez combinado con OCM no es mayor que 10 % (en la presente descripción. “MFI similar”).

 El MFI del OCM soporta el comportamiento
10 termoplástico de este. En otras palabras, el OCM tiene propiedades termoplásticas.

 El OCM se caracteriza también por ser biodegradable. Como se aprecia, un material biodegradable es uno que puede descomponerse por bacterias para dar como
15 resultado subproductos naturales tales como gases (CO₂, N₂), agua, biomasa, y sales inorgánicas. Se ha descubierto sorprendentemente que cuando se combina con un polímero biodegradable sintético, un ácido poliláctico (PLA) en una relación de OCM/PLA de 30:70 o con ácido poliláctico y OXO
20 (acelerador de biodegradación) (30:69:1), el material combinado resultante (VP-OCM) tenía propiedades de biodegradabilidad similares a las de la celulosa, incluido su CO₂ acumulativo medio (ver la Tabla 5 a continuación). Este hallazgo permite el uso de polímeros menos sintéticos
25 (por su combinación del OCM descrito en la presente descripción) en las industrias de envasado y en otras áreas

donde existe la necesidad de polímeros biodegradables. Otros usos pueden implicar elementos de construcción y edificación, productos logísticos, etc.

En algunos ejemplos, el OCM:PLA (30:70) se
5 caracteriza por un % de biodegradación de al menos 90 % después de 80 días, cuando se prueba de acuerdo con la norma UNE-EN13432-2001. En algunos ejemplos, el OCM:PLA (30:70) se caracteriza por un % de biodegradación de al menos 95 %.

En algunos ejemplos, el OCM se caracteriza por sus
10 nucleótidos o polinucleótidos, tal como el contenido de ADN. Se ha descubierto que el OCM comprende una cantidad relativamente alta de ADN, p. ej., cuando se compara con otros productos de desecho domésticos procesados. Puede considerarse la cantidad relativamente alta de ADN, en
15 algunos ejemplos, como una huella dactilar del OCM descrito en la presente descripción. La presencia y cantidad de ADN o ARN en el OCM puede identificarse y determinarse mediante métodos de extracción de ADN usando una solución de cloroformo al 2 %:alcohol isoamílico (24:1) (CTAB, por sus
20 siglas en inglés) como se describe a continuación en la presente descripción.

En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 0,1 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 0,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende
25 al menos 0,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 1 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el

OCM comprende al menos 1,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 2 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 2,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 3 mg/g de ADN.

5 En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 3,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 4 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 4,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende

10 al menos 5,5 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 6 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 7 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 8 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 9 mg/g de ADN. En

15 algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 10 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 11 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 12 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 13 g/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al

20 menos 14 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 15 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 16 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 17 mg/g de ADN. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 18 mg/g de ADN.

25 El OCM puede caracterizarse también por su contenido de celulosa. El contenido de celulosa puede

determinarse mediante TG-DSC realizado de acuerdo con ISO11358 (pérdida de peso >5 %), bajo las condiciones descritas a continuación. Por lo tanto, en el contexto de la presente descripción, cuando se hace referencia al contenido de celulosa debe entenderse que es que se determina al menos por ISO11358.

En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 80 % de material a base de celulosa -según se determina por las condiciones TG-DSC definidas por ISO11358. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 82 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 84 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 86 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 87 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 88 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 89 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 90 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 91 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 92 % de material a base de -celulosa. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 93 % de material a base de -celulosa.

El material compuesto puede caracterizarse también por su contenido de ácido graso, determinado por GC-MS.

En algunos ejemplos, el OCM descrito en la presente descripción se caracteriza por una relación de ácido octanoico/ácido oleico menor que 0,5. En algunos ejemplos, la relación octanoico/oleico es menor que 0,4; a veces, menor que 0,3; a veces, menor que 0,2.

En algunos ejemplos, el OCM descrito en la presente descripción se caracteriza por una relación de ácido nonanoico/ácido oleico (según se determina de acuerdo con GC-MS) menor que 1,3. En algunos ejemplos, la relación de nonanoico/oleico es menor que 1,1; a veces, menor que 1,0; a veces, menor que 0,9; a veces, menor que 0,8; a veces, menor que 0,7; a veces, menor que 0,6.

De acuerdo con algunos ejemplos, el OCM se caracteriza también por un contenido inorgánico.

En algunos ejemplos, el contenido inorgánico se refiere a un alto contenido de potasio dentro del OCM. Por ejemplo, en una comparación con el contenido de potasio en el material compuesto de WO10082202 (ver la Tabla 9, como un ejemplo no limitante) se ha descubierto que incluye aproximadamente tres veces el contenido de este último (es decir, el OCM comprende x3 la cantidad de potasio).

El potasio es la osmolita principal de las células vegetales y, por lo tanto, su alto nivel de OCM puede considerarse, de acuerdo con algunos ejemplos, una huella dactilar de su origen de materia natural. En este sentido, se observa que los polímeros sintéticos o incluso

los plásticos de madera no contienen tal alto nivel de potasio, ya que las fibras de madera se someten a extensos lavados con agua que eliminan el potasio de estas.

Por lo tanto, el OCM puede caracterizarse por la
5 cantidad de potasio fuera de la cantidad total del compuesto, según se determina por espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP/AES, por sus siglas en inglés).

En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos
10 6 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 7 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 8 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 9 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 10 mg/g de potasio. En
15 algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 11 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 12 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 13 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 14 mg/g de potasio. En algunos ejemplos,
20 el OCM comprende al menos 15 mg/g de potasio. En algunos ejemplos, el OCM comprende al menos 16 mg/g de potasio.

El OCM puede caracterizarse por el % en peso de su materia inorgánica. La materia inorgánica está presente en una cantidad de hasta aproximadamente 15 % p/p según se
25 determina por TG-DSC de acuerdo con las condiciones de ISO11358.

En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente un 14 % en peso. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente un 13 % en peso. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente un 12 % en peso. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 11 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 10 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 9 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 8 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 7 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 6 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 5 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 4 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 3 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor que aproximadamente 2 %. En algunos ejemplos, el contenido inorgánico es menor de aproximadamente 1 %.

Debe entenderse que cuando se hace referencia en la presente descripción a “*menor que*” se abarca también una cantidad de 0 % en peso, es decir, un rango desde 0 % en

peso, es decir, una cantidad de peso no detectable, según se determina por el método de medición definido.

En algunos ejemplos, la cantidad de materia inorgánica puede estar dentro de cualquier rango entre los límites inferior y superior mencionados anteriormente. Por ejemplo, la materia inorgánica puede estar en cualquier rango dentro del rango de entre aproximadamente 0 % y 15 %, p. ej., entre aproximadamente 1 % y 15 %, o entre aproximadamente 5 % y 10 %, o entre aproximadamente 1 % y 8 %; o entre 0 % y 6 %; o entre 1 % y 5 % o entre 2 % y 6 %, etc.

En algunos ejemplos, la materia inorgánica dentro del material compuesto se refiere a material que típicamente existe en desechos municipales, domésticos y/o industriales. Esto incluye, sin limitarse a ello, arena, piedras, vidrio, cerámica y otros minerales, así como metales (metales ferrosos y/o no ferrosos), incluidos, p. ej., aluminio, hierro, cobre.

Sorprendentemente, no solo se descubrió que la cantidad total de productos inorgánicos (distintos de potasio) era baja, pero el contenido de aluminio fue único, era menor que 0,5 mg/g de OCM.

En algunos ejemplos, la materia inorgánica en el OCM comprende silicatos ("Si") en una cantidad significativamente e inesperadamente baja en comparación con su contenido en otros desechos procesados, tales como el del

material compuesto de WO10082202 (en la presente descripción material compuesto “no clasificado”).

En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,5 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,5 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,4 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,4 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,3 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,3 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,2 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,2 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,1 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,1 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 1,0 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 1,0 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 0,9 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 0,9 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 0,8 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 0,8 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 0,7 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 0,7 mg/g). En algunos ejemplos, el OCM comprende sílice (Si) en una cantidad menor que 0,6 mg/g (es decir, entre 0 mg/g y 0,6 mg/g).

El OCM descrito en la presente descripción puede caracterizarse también por el carbono extraído total que usa dimetil éter (DME) como el solvente de extracción. Se

ha descubierto que una muestra de 20 gr de un OCM tiene un contenido de carbono de al menos aproximadamente 1 gr (5 % en peso); a veces, de al menos 1,1 g (5,5 % en peso); a veces, de al menos 1,2 g (6 % en peso); a veces, de al menos 1,3 g (6,5 % en peso); a veces, de al menos 1,4 g (7 % en peso).

En algunos ejemplos, el OCM descrito en la presente descripción tiene una temperatura de inicio de pérdida de peso en una curva de análisis termogravimétrico (TGA) menor que 180 °C.

El OCM descrito en la presente descripción tiene también propiedades físicas únicas, cuando una muestra de este que se ha combinado con polímero sintético virgen, p. ej., con 70 % en peso de polipropileno (PP), y VP-OCM (o PP-OCM, en el ejemplo específico) se somete a moldeo por inyección.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por un módulo de tracción (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 1000 MPa; a veces, de al menos 1100 MPa; a veces, de al menos 1200 MPa. En algunos ejemplos, el módulo de tracción está dentro de un rango de 1000 MPa y 1400 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por una tensión de tracción en el límite elástico (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 12 MPa; a veces, de al menos 13 MPa. En algunos

ejemplos, la tensión de tracción en el límite elástico está en un rango de 13 MPa y 15 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por una deformación por tracción en el límite elástico (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 2,2 %; a veces, de al menos 2,3 %; a veces, de al menos 2,4 %; a veces, de al menos 2,5 %; a veces, de al menos 2,6 %; a veces, de al menos 2,7 %; a veces, de al menos 2,8 %. En algunos ejemplos, la deformación por tracción en el límite elástico está en un rango de 2,2 % y 2,85 %.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por una deformación por tracción a la rotura (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 3,2 %; a veces, de al menos 3,3 %; a veces, de al menos 3,4 %; a veces, de al menos 3,5 %; a veces, de al menos 3,6 %; a veces, de al menos 3,7 %. En algunos ejemplos, la deformación por tracción a la rotura está en el rango de 3,2 % y 4,0 %.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por un impacto Izod con ranura (de acuerdo con ISO-180) de al menos 2,8 kJ/m²; a veces, de al menos 2,9 kJ/m²; a veces, de al menos 3,0 kJ/m²; a veces, de al menos 3,1 kJ/m². En algunos ejemplos, el impacto Izod con ranura está en un rango de 2,8 kJ/m² y 4,7 kJ/m².

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por un módulo de flexión (de acuerdo con ISO-178) de al menos 1000 MPa; a veces, de al menos 1100 MPa; a veces, de al menos 1200 MPa. En algunos ejemplos, el módulo de flexión está dentro de un rango de 1000 MPa y 1250 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por un estrés por flexión (de acuerdo con ISO-178) de al menos 20 MPa; a veces, de al menos 21 MPa; a veces, de al menos 22 MPa; a veces, de al menos 23 MPa; a veces de al menos 24 MPa. En algunos ejemplos, el estrés por flexión está dentro de un rango de 20 MPa y 28 MPa, 22 MPa y 26 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PP-OCM se caracteriza por una densidad (de acuerdo con ISO-1183) de aproximadamente 0,98 ($\pm 0,1$).

Las propiedades físicas únicas se exhibieron también cuando una muestra del OCM descrita en la presente descripción se sometió al moldeo por inyección con 50 % en peso de ácido poliláctico (PLA) para formar un espécimen de moldeo por inyección PLA-OCM combinado (50 %:50 %). Estas propiedades únicas sugirieron (sin limitarse a ellas) que el OCM puede ser beneficioso para envasado compostable, como se describe adicionalmente a continuación.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PLA-OCM se caracteriza por un módulo de tracción

(de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 2000 MPa; a veces, de al menos 2100 MPa; a veces, de al menos 2200 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección PLA-OCM se caracteriza por una tensión de tracción en el límite elástico (también conocido por el término “límite de fluencia”) (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 11 MPa; a veces, de al menos 12 MPa.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección PLA-OCM se caracteriza por un alargamiento a la rotura (también conocido por el término “deformación por tracción a la rotura”) (de acuerdo con ISO-527-2) de al menos 2,8 %; a veces, de al menos 2,9 %.

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PLA-OCM se caracteriza por un impacto Izod con ranura (de acuerdo con ASTM D256) de al menos 15 J/m²; a veces, de al menos 16 J/m²; a veces, de al menos 17 J/m²; a veces, de al menos 18 J/m²; a veces, de al menos 19 J/m².

En algunos ejemplos, el espécimen de moldeo por inyección de PLA-OCM se caracteriza por un impacto Izod sin ranura (de acuerdo con ASTM D256) de al menos 65 J/m²; a veces, de al menos 66 J/m²; a veces, de al menos 67 J/m²; a veces, de al menos 68 J/m²; a veces, de al menos 69 J/m².

Las propiedades físicas anteriores del OCM con PLA (PLA-OCM) apoyan la suposición de que varias combinaciones de los dos pueden ser para películas

compostables (biodegradables), tales como para películas de envases y de mantillo agrícola.

También se describe en la presente descripción un método para producir el OCM descrito en la presente descripción. Uno de los obstáculos enfrentados por los inventores al intentar procesar el material de consumo para el OCM es la falta de fluidez de este dentro de un extrusor. Sin limitarse a estos, se concluyó que la falta de una cantidad mínima de plásticos sintéticos, tales como poliolefinas, presentes típicamente en el material de desecho, evitó que el OCM se extruda en extrusoras convencionales.

Al buscar una alternativa a los extrusores, se ha descubierto también que no es suficiente solo someter el material de consumo que constituye al menos 90 % de desechos heterogéneos orgánicos, a una mezcla y un calentamiento, incluso si el material de consumo de desechos orgánicos se somete a fuerzas de cizallamiento. Se concluyó que se requieren condiciones adicionales (adicionales para mezclar bajo fuerzas de cizallamiento, mientras se calientan).

Por lo tanto, la presente descripción también proporciona, de acuerdo con otro aspecto de esta, un proceso para preparar un OCM según se define y/o describe en la presente descripción, el proceso comprende:

- a. proporcionar material de consumo que comprende una mezcla de al menos 90 % en peso de desechos orgánicos heterogéneos; y
- b. someter el material de consumo a un mezclado de alta velocidad a una temperatura de hasta aproximadamente 130 °C, una velocidad de al menos aproximadamente 2500 rpm, y en condiciones de vacío, para de esta manera obtener el OCM;
- donde se cumple al menos uno de los siguientes criterios:
- el material de consumo comprende entre 0 % en peso y 3 % en peso de polímeros sintéticos cuando se mide fuera del peso total del material de consumo o del OCM que se obtendrá; y
 - el material compuesto comprende ninguna cantidad detectable de al menos una de cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), y tereftalato de polietileno (PET) según se determina de acuerdo con ISO11.

En algunos ejemplos, el mezclado de alta velocidad es a una temperatura de al menos 80 °C; a veces, al menos 90 °C; a veces al menos 100 °C.

En algunos ejemplos, el mezclado de alta velocidad está a cualquier temperatura o rango de temperaturas entre aproximadamente 80 °C y aproximadamente 130 °C.

En el contexto de la presente descripción, el término “*material de consumo*” debe entenderse como referencia a la materia de desecho que comprende al menos 90 % de materia orgánica heterogénea, es decir, al menos 90 % de materia orgánica heterogénea no sintética, y la cantidad de polímeros sintéticos, si están presentes, es como se define anteriormente con respecto al contenido de plástico en el OCM (p. ej., menor que 3 % p/p de polímeros sintéticos).

El material de consumo se obtiene a partir de desechos heterogéneos crudos. En el contexto de la presente descripción, cuando se hace referencia a “*desechos heterogéneos*” debe entenderse como material que comprende una combinación de una mezcla de una pluralidad de materia plástica sintética diferente, una pluralidad de materia orgánica no plástica diferente que incluye al menos celulosa y una pluralidad de materia inorgánica diferente. Por lo tanto, en el contexto de la presente descripción, debe entenderse que el término “heterogéneo” tiene un significado de una mezcla de una pluralidad de componentes diversos/diferentes.

En algunos ejemplos, el desecho heterogéneo crudo puede obtenerse de desechos municipales, industriales y/o domésticos y se refiere a tal material de

desecho heterogéneo no clasificado, a saber, sin someterse a ningún proceso de clasificación industrial sustancial.

En algunos ejemplos, el material de desecho heterogéneo sin procesar se somete a un proceso de clasificación previa donde se eliminan grandes elementos de desecho no deseados. Por ejemplo, los desechos sin procesar pueden clasificarse previamente para eliminar uno cualquiera de los metales, vasos y minerales grandes. La preclasificación se puede realizar manualmente, p. ej. al transportar las materias primas en una cinta transportadora e identificar los artículos de desecho grandes no deseados.

Además, o alternativamente, la preclasificación comprende la separación usando fuerzas magnéticas (separación basada en imán), típicamente para la separación y eliminación de metales ferrosos, material magnético, y/o material ferromagnético.

Además, o alternativamente, la preclasificación comprende la separación mediante un separador de corrientes de Foucault, normalmente para la eliminación de metales no ferrosos.

Los desechos crudos que se sometieron a un proceso o procesos de preclasificación comprenden una pluralidad de materia plástica heterogénea, materia orgánica no plástica e inorgánicos. Este desecho clasificado se denomina el desecho heterogéneo libre de metal.

El desecho heterogéneo libre de metal puede someterse después a varias etapas de secado y clasificación, para obtener el material de consumo orgánico (es decir, que contiene al menos 90 % de materia orgánica y que comprende entre 0 % y 3 % de plásticos).

En el contexto de la presente descripción cuando se hace referencia al secado debe entenderse como la eliminación de una porción del agua proveniente del material de desecho heterogéneo. El secado no debe interpretarse como eliminar todo el agua de los residuos. En algunos ejemplos, los desechos sin procesar comprenden aproximadamente 30 % a 40 % p/p de agua y el secado implica la eliminación de al menos 50 % del contenido de agua; a veces, al menos 60 % de contenido de agua; a veces al menos 70 % de contenido de agua; a veces al menos 80 % de contenido de agua; a veces al menos 90 % de contenido de agua; a veces al menos 95 % de contenido de agua. El material de desecho resultante se puede considerar como *material de desecho seco*. El material de desecho seco comprende típicamente menos de 10 % en peso de agua (humedad).

En algunos ejemplos, el material de desecho seco y consecuentemente el material de consumo comprende menos de 10 % en peso de agua; a veces, menor que 9 % en peso de agua; a veces, menor que 8 % en peso de agua; a veces, menor que 7 % en peso de agua; a veces, menor que 6 % en peso de agua; a veces, menor que 5 % en peso de agua; a veces, menor

que 4 % en peso de agua; a veces, menor que 3 % en peso de agua; a veces, menor que 2 % en peso de agua.

Sin desear limitarse a la teoría, se cree que el contenido restante de agua residual juega un papel en el proceso químico que se produce que convierte el material de desecho seco/sin agua en el material compuesto de la presente descripción.

Por lo tanto, en algunos ejemplos, el contenido de agua en el material de consumo comprende al menos 1 % en peso de agua; a veces, al menos 2 % en peso de agua; a veces al menos 3 % en peso de agua. En algunos ejemplos, el material de consumo comprende cualquier cantidad de agua dentro del rango de 1 % y 10 % del peso del material de consumo.

El secado se puede lograr mediante cualquier medio conocido en la técnica.

En algunos ejemplos, el secado se logra colocando el desecho heterogéneo en exteriores y dejándolo secar. En algunos otros ejemplos, el secado se logra colocando los residuos en una corriente de aire seco y/o en una cámara del horno y/o presionando el líquido hacia afuera.

En el proceso de secado, se elimina agua y a veces algunos líquidos volátiles. Esto puede incluir líquidos que tienen una presión de vapor de al menos 15 mmHg a 20 °C, p. ej., etanol.

En algunos ejemplos, el secado se logra mediante un proceso de biosecado que usa bacterias inherentemente

presentes en los residuos. Para este propósito, el material de desecho se coloca típicamente en un entorno controlado por temperatura. En algunos ejemplos, el secado biológico se realiza a una temperatura mantenida alrededor de 70 °C.

5 En algunos ejemplos, se añaden bacterias al material de desecho heterogéneo (p. ej. al material de desecho clasificado previamente) para inducir o mejorar el proceso de secado biológico.

10 En algunos ejemplos, el desecho seco, se somete después a una reducción de tamaño, para obtener material de desecho particulado.

15 En el contexto de la presente descripción, el término “*particulado*” o “*particulante*” debe entenderse que abarca cualquier proceso o combinación de procesos que resultan en la reducción del tamaño del material de desecho. El particulado/la reducción de tamaño puede tener lugar mediante una cualquiera o una combinación de granulación, trituración, picado, corte en cubitos, corte, aplastamiento, desmenuzamiento, molienda, etc.

20 En algunos ejemplos, la reducción de tamaño comprende triturar los desechos (secos o no secos, aunque preferentemente, secos) a partículas de un tamaño promedio menor que 40 mm, a veces, menor que 30 mm; a veces menor que 20 mm; a veces menor que 10 mm.

25 En particular, debido a la fricción dentro de la trituradora, la reducción de tamaño puede dar como

resultado una mayor reducción de la humedad (p. ej., e un 2 % - 3 % adicional).

En algunos ejemplos, el procesamiento del material de desecho comprende dos o más etapas de secado. En algunos
5 ejemplos, una primera etapa de secado tiene lugar después de la eliminación de metal y una segunda etapa de secado tiene lugar después de la reducción del tamaño del desecho.

En algunos ejemplos, el desecho de partículas se somete después a un proceso de limpieza donde se eliminan
10 las partículas remanentes de metal y/o mineral ("impurezas" que no se han eliminado antes de la etapa de reducción de tamaño) (los que quedan después del primer proceso de eliminación de metal).

En algunos ejemplos, las impurezas remanentes se
15 eliminan al someter la materia particulada a un sistema separador de aire donde se eliminan las partículas pesadas (p. ej., partículas metálicas y/o minerales) mediante la gravedad mientras que una ligera fracción de desechos se recolecta y/o transporta a la siguiente etapa del proceso.

20 La fracción ligera resultante comprendería, como máximo, una cantidad baja de metal y minerales. Sin limitarse a estos, se cree que la fracción comprende como máximo 1 % p/p de metales (ferroso y no ferroso) y como máximo 5 % de minerales.

25 La fracción ligera resultante se somete después a la etapa o etapas de eliminación sintética usando Near Infra-

Red (NIR, por sus siglas en inglés). La separación basada en NIR permite la clasificación óptica de los materiales plásticos no deseados de otros residuos plásticos basado en el tipo de polímero (con base en las firmas de longitud de onda de reposición). Como apreciarán los expertos en la tecnología NIR, el sistema de separación basado en NIR es un programa para poder identificar muchos polímeros y otros compuestos químicos. El operador del sistema define los compuestos que se mantendrán y los que se eliminarán. Más específicamente, la etapa de separación de NIR hace uso de sistemas que se equipan con algoritmos para cada sustancia que va a eliminarse, incluidos polímeros incompatibles con poliolefinas, tales como polímeros que tienen un punto de fusión mayor que 200 °C o incluso mayor que 210 °C; y/o polímeros halogenados y/o polímeros sintéticos que contienen arilo y opcionalmente otros polímeros, según se desee. Este algoritmo permite la identificación y separación de cada compuesto en consecuencia. En este sentido, los expertos en la técnica apreciarán que cada entidad química tiene un espectro IR complejo que constituye la “huella dactilar” de identificación de la entidad química. Esta huella dactilar se puede encontrar en cualquier “atlas químico” disponible públicamente y se reconoce por programas informáticos.

En algunos ejemplos, la separación basada en NIR se opera de una manera que permite la separación de al

menos polímeros que se reconocen en la técnica como incompatibles con la poliolefina.

En algunos ejemplos, la separación basada en NIR se opera de tal manera que permite la separación de al menos resinas poliméricas halogenadas, tales como resinas de cloruro de polivinilo (PVC o vinilo).

En algunos ejemplos adicionales o alternativos, la separación basada en NIR se opera de tal manera que permite la separación de compuestos orgánicos que contienen arilo y, preferentemente polímeros orgánicos de estireno o poliestireno.

La separación basada en NIR proporciona un material de consumo *orgánicos* libre de sintéticos, a saber, un material de consumo que comprende entre 0 % y 3 % de material sintético según determina de acuerdo con ISO11358.

En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 3 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 2,5 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 2,0 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 1,5 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 1,0 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de

orgánicos comprende menos de 0,5 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende menos de 0,1 % en peso de polímeros sintéticos. En algunos ejemplos, el material de consumo de
5 orgánicos comprende menos de 0,01 % en peso de polímeros sintéticos.

En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos se caracteriza por la falta de cantidades detectables de plásticos sintéticos, según se determina de
10 acuerdo con ISO11358.

En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos consiste esencialmente de materia seca que incluye 95 % de materia orgánica heterogénea, entre 0 % en peso y 1 % en peso de metales (ferrosos y no ferrosos) y
15 entre 0 % en peso y 5 % en peso de minerales.

En algunos ejemplos, el material de consumo de orgánicos comprende una mezcla de diferentes materiales de desecho celulósicos.

El material de consumo de orgánicos se somete a
20 mezclado de alta velocidad. Debe entenderse que esta mezcla de alta velocidad no se realiza dentro de un extrusor. Más bien, la mezcla de alta velocidad se realiza en un mezclador de alta velocidad cerrado (sellado al vacío) que permite mezclar a temperaturas elevadas de hasta 130 °C
25 (en algunos ejemplos, entre 80 °C y 130 °C), a una velocidad de al menos 2500 rpm y a una presión negativa.

Como se indica en la presente descripción con respecto a los ejemplos no limitantes, se ha descubierto que el material de entrada de orgánicos no puede someterse a extrusión convencional y que existe una ventaja al someter a este a procesamiento dentro de un mezclador de alta velocidad en las condiciones mencionadas anteriormente.

En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 2600 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 2700 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 2800 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 2900 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3000 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3100 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3200 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3300 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3400 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3500 rpm. En

algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3600 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3700 rpm. En 5 algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3800 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 3900 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta 10 velocidad es a una velocidad de al menos 4000 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 4100 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 4200 rpm. En 15 algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 4300 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta velocidad es a una velocidad de al menos 4400 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado en el mezclador de alta 20 velocidad es a una velocidad de al menos 4500 rpm.

En algunos ejemplos, el mezclado es en un mezclador de alta velocidad a una velocidad de entre aproximadamente 2500 rpm y aproximadamente 4500 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado es en un mezclador de alta 25 velocidad a una velocidad de entre aproximadamente 3000 rpm y aproximadamente 5000 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado

es en un mezclador de alta velocidad a una velocidad de entre aproximadamente 3000 rpm y aproximadamente 4500 rpm. En algunos ejemplos, el mezclado es en un mezclador de alta velocidad a una velocidad de entre aproximadamente 2500 rpm y aproximadamente 4000 rpm.

En algunos ejemplos, la mezcla dentro del mezclador de alta velocidad es a una presión negativa de entre aproximadamente 0,5 Bar y aproximadamente 0,9 Bar; a veces entre 0,6 Bar y 0,9 Bar; a veces entre 0,6 Bar y 0,8 Bar; a veces a aproximadamente 0,7 Bar. El mezclador de alta velocidad se diseña y es operable para proporcionar esta presión negativa durante todo el tiempo de trabajo.

En algunos ejemplos, el mezclado es a una temperatura de hasta aproximadamente 120 °C.

En algunos ejemplos, el mezclador de alta velocidad se opera con una velocidad periférica de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 100 m/s; a veces, entre 30 y 80 m/s; a veces entre aproximadamente 40 y aproximadamente 70 m/s; a veces y preferentemente entre aproximadamente 45 y aproximadamente 60 m/s. En algunos ejemplos, el mezclador de alta velocidad se configura o construye para operarse con una velocidad periférica de entre aproximadamente 45 y aproximadamente 60 m/s; o incluso de entre aproximadamente 50 a aproximadamente 70 m/s; o incluso entre aproximadamente 55 y aproximadamente 70 m/s.

En algunos ejemplos, la velocidad periférica se determina o dicta por el diámetro del rotor y la tasa de rotación.

La mezcla dentro del mezclador de alta velocidad es durante un tiempo suficiente para la formación de una mezcla seca del material compuesto orgánico con la característica definida anteriormente (es decir, en forma de polvo, esto es diferente de los gránulos típicamente obtenidos por extrusión). La duración de la mezcla dependerá de la velocidad de mezclado y la presión negativa dentro del mezclador.

En algunos ejemplos, el mezclador de alta velocidad puede operarse a una velocidad de entre 2500 rpm y 3000 rpm; una presión negativa de aproximadamente 0,7 Bar, temperatura de hasta 120 °C (o entre 80 °C y 120 °C) y por opcionalmente de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 50 minutos.

En algunos otros ejemplos, el mezclador de alta velocidad se diseña y es operable para permitir el mezclado mientras crea un movimiento de vórtice, simultáneamente, para lograr homogeneidad durante el procesamiento. A veces, esto puede lograrse usando cuchillas especialmente diseñadas.

En algunos otros ejemplos, el mezclador de alta velocidad se diseña y es operable para mantener el equilibrio en el movimiento de vórtice para evitar vibraciones. Esto es de particular relevancia debido a la

existencia del material de consumo que comprende una mezcla de materiales de diferentes densidades.

Generalmente, cuanto mayor es la velocidad y/o menor es la presión negativa, más corta es la duración del
5 mezclado. En algunos ejemplos, la mezcla continúa hasta que el nivel de volátiles dentro del mezclador es inferior a 1 %.

El OCM resultante puede envasarse/almacenarse después para usar adicional o puede dirigirse a la fabricación de artículos.

10 Por lo tanto, de acuerdo con aun otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un artículo de fabricación que comprende una mezcla de al menos un polímero sintético y el OCM de la presente descripción, en donde dicho artículo de fabricación tiene una huella de
15 carbono que es menor que la huella de carbono de un artículo correspondiente que consiste esencialmente en el polímero sintético usado en el artículo.

Se ha descubierto sorprendentemente que el OCM descrito en la presente descripción puede reducir la *huella*
20 *de carbono* de artículos que contienen plástico, cuando el OCM se combina con el o los polímeros plásticos antes o durante la fabricación de los artículos.

El artículo de fabricación puede comprender cualquier cantidad del OCM combinado con el al menos un
25 polímero plástico. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 10 % en peso del OCM combinado

con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 15 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 20 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 25 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 30 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 35 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 40 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos.

En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 45 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 50 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 55 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos.

En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende al menos 90 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos; a veces, como máximo 85 %. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 80 % en peso del OCM combinado con el o los

polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 75 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 70 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 65 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 60 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 55 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende como máximo 50 % en peso del OCM combinado con el o los polímeros plásticos.

En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende entre aproximadamente 10 % en peso de OCM y 90 % en peso de OCM. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende entre aproximadamente 20 % en peso de OCM y 80 % en peso de OCM. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende entre aproximadamente 30 % en peso de OCM y 60 % en peso de OCM. En algunos ejemplos, el artículo de fabricación comprende entre aproximadamente 20 % en peso de OCM y 80 % en peso de OCM.

El artículo de fabricación puede comprender cualquier tipo de polímero plástico. En algunos ejemplos, el

OCM se combina con al menos una poliolefina, tal como polipropileno y/o polietileno.

En algunos ejemplos, el artículo de fabricación se combina con un polímero biodegradable.

5 En algunos ejemplos, el artículo de fabricación se combina con ácido poliláctico (PLA). Se ha descubierto sorprendentemente que cuando se combina con un polímero biodegradable, tal como PLA, el artículo combinado exhibe una biodegradabilidad única, esencialmente similar a la de
10 la celulosa, y una huella de carbono similar (emisión de CO₂ g acumulativo medio similar), como se describe en la Tabla 5.

En vista de la biodegradabilidad única del OCM, este puede tener muchos usos donde existe interés en el uso
15 de polímeros biodegradables, con un bajo impacto de carbono.

En algunos ejemplos, el OCM se usa para producir material de envasado. En otras palabras, el artículo de fabricación está en forma de un envase, p. ej., un envase de alimentos, y preferentemente un envase aprobado de alimentos.

20 De acuerdo con aun otro aspecto de la presente descripción, se proporciona el material compuesto *Orgánicos* para usarse como una alternativa plástica biodegradable.

En aun algunos otros aspectos, el OCM es para usar como un aditivo, p. ej., relleno, particularmente,
25 para reducir la huella de carbono del polímero u otra

sustancia a la que este se añade. En otras palabras, el OCM puede usarse como agente reductor de huella de carbono.

Descripción de ejemplos no limitantes

5

Preparación de compuestos de base biológica

Preparación del material de consumo de desechos sólidos domésticos libres de sintéticos (HSNW)

10 La clasificación de los HSNW a partir de desechos domésticos heterogéneos se produce en varias etapas secuenciales.

- Preclasificación: involucra la eliminación manual de metales, vidrio y minerales.
- 15 - Clasificación de metal: implica la eliminación de partículas metálicas, ferrosas y no ferrosas usando un potente imán (IFE MPQ 900 F-P). El imán separador de metal incluye un electroimán que sobrevuela una cinta
- 20 transportadora; la bobina crea un campo magnético estrecho y profundo que levanta las piezas de metal ferrosas y las transporta una corta distancia a través de su propia cinta transportadora, lo que separa de esta manera
- 25 los metales magnéticos del resto de los materiales. Los metales se disponen en un

recipiente en el fondo del sistema y se envían nuevamente al reciclaje. El sistema de banda magnética se instala en el extremo de la cinta transportadora y la caja se ubica exactamente superior a la parábola de vuelo a la captura de materiales magnéticos.

- Clasificación de corriente Eddy: el sistema polar se instala dentro de un tambor de banda, equipado con un tambor de banda que tiene una velocidad externa de 1 a 3 m/s. El tambor interno funciona hasta a 3000 rpm. Creó un campo de corriente de Foucault que repelió los metales no ferrosos de la corriente de HSNW (Wagner Magnete 0429\0-37).

Al final de este proceso de clasificación, se obtuvo un desecho orgánico sólido doméstico con una cantidad significativamente reducida de metal/plástico/inorgánico. La eliminación final de estas impurezas se realizó después del secado.

En esta etapa, los HSNW contiene típicamente un alto contenido de agua/humedad de entre 25 % a 50 %. Por lo tanto, estos HSNW se transfirió a un proceso de secado.

Secado biológico

El propósito del secado en esta etapa es reducir el nivel de humedad por debajo del 18 % (p/p). El secado de

los HSNW tiene lugar en el biosecado industrial donde la actividad de las bacterias y los organismos multicelulares presentes inherentemente en los desechos naturales da como resultado el calentamiento de los HSNW a una temperatura
5 interna de hasta 65 °C y la evaporación del líquido del material de desecho. La temperatura se determina mediante termopares unidos a un control computarizado.

El calor generado se reguló con un suministro de aire controlado manteniendo una temperatura óptima del
10 proceso donde las bacterias permanecen activas, típicamente entre 55 °C y 65 °C, a veces incluso hasta 70 °C.

Después de varios días, incluso 2 semanas, cuando los HSNW alcanzó un nivel de sequedad de aproximadamente 15 % a 18 % de contenido de humedad (esto puede medirse
15 usando un Analizador de humedad estándar). La corriente seca de desechos orgánicos se transfirió a una estación trituradora para homogeneizar el tamaño de las partículas de los desechos orgánicos sólidos esencialmente secos.

20 Trituración

La trituración se realiza usando un triturador rotativo industrial para obtener tamaño de partículas de los HSNW de hasta 30 mm.

Segundo secado (secado al aire):

Una segunda etapa de secado tuvo lugar en un secador de lecho rodante industrial que funcione según un principio de aire caliente. Esta etapa de secado redujo el
5 nivel de humedad por debajo del 10 %.

Limpieza final

La limpieza final incluyó la eliminación de impurezas residuales metálicas e inorgánicas, así como
10 todos los tipos de plásticos.

Inicialmente, la limpieza se basó en el tamaño, usando pantallas de múltiples cubiertas, que operan según los principios de un conjunto de placas de vibración.

15 Separación de aire

Se usó un sistema separador de aire (IFE UFS600X+1000X) para separar partículas ligeras y pesadas. Específicamente, el separador/clasificador de aire consiste en una cinta de aceleración sobre la que las
20 partículas se colocan en una capa, y una barra de aire posterior que sopla un flujo de aire ajustable, definido en el material. Después de la barra de aire, usualmente hay un separador entre las partículas ligeras y pesadas. Después de la separación, hay un espacio divisor que le da
25 a las partes de la luz la oportunidad de hundirse. Los

materiales pesados se separan entre la barra de aire y el separador.

Separación de NIR

5 Finalmente, los plásticos y la eliminación de metales restantes se basaron en los principios de infrarrojo cercano

El sistema de infrarrojo cercano (SESOTEC MN 1024) se usó para clasificar /separar selectivamente polímeros
10 plásticos específicos. Específicamente, se usó un sistema con un escáner y con soporte de sensor activo y barra de soplado activa. Además, el sistema estaba equipado con una cámara NIR de alta resolución con al menos 1.5 mm de sensibilidad, lo que capturó la reflexión del espectro IR de
15 sustancias especiales y lo compara con espectros almacenados de diversas sustancias. Si el sistema detectaba una sustancia deseada, la función programada libremente se consultaba en una forma binaria - separar o conservar. A continuación, se soplaron las partículas con la misma finura de detección
20 usando la barra de boquillas de soplado conectada.

Después de la separación NIR, el material de desecho orgánico sólido estaba esencialmente libre de cualquiera material metálico, inorgánico y plástico (que comprendía al menos 90 % de orgánicos libres de sintéticos).
25 Este material de HSNW esencialmente seco y esponjoso de

partículas se usó como material de consumo para su procesamiento en el material compuesto orgánico deseado.

Producción de OCM

5 El material de consumo esponjoso de compuestos orgánicos libres de sintéticos se transfirió después a un mezclador calentador de alta velocidad diseñado para mezclar polvos. Para este fin, se usó un mezclador de calentamiento de alta velocidad que opera a 3000 rpm bajo presión negativa
10 (0,7 Bar durante 40 min, a una temperatura de hasta 120 °C).

Se observa que el material de consumo esponjoso no podría procesarse en un mezclador Banbury convencional, que si bien es un mezclador intensivo, se diseña para mezclar cauchos o polímeros fundidos y no es adecuado para
15 mezclar intensivamente polvos y/o materiales esponjosos.

El principio del mezclador de alta velocidad era necesario para permitir el mezclado, molienda y homogeneización simultáneas mientras se calentaba debido al vórtice creado y a la fricción interna entre las partículas
20 de polvo. La temperatura interna se monitoreó y una vez que se alcanzó una temperatura interna de 90 °C, se aplicó una presión negativa (0,7 Bar) para eliminar los volátiles dentro del mezclador cerrado. El proceso de mezclado bajo vacío continúa hasta que la temperatura interna alcanza 120 °C.

25 El material compuesto libre de sintéticos homogéneo resultante se transfirió después a un mezclador

de enfriador industrial para alcanzar una temperatura menor que 40 °C.

Preparación de material compuesto de referencia

5 A continuación, el compuesto natural de la presente descripción se compara también con materiales compuestos de referencia que comprenden también plásticos y se obtienen mediante técnicas de extrusión. Para facilitar la referencia, estos compuestos comparativos se
10 prepararon de la siguiente manera.

Compuesto comparativo basado en la publicación de solicitud de patente internacional núm. WO10082202 (de aquí en adelante el “compuesto no clasificado”)

15 Por comparación, se usó un material compuesto como se describe en WO10082202. Este material compuesto contiene plásticos (al menos un 10 %) además de materia orgánica. El compuesto plástico/orgánico se analizó basado en el material compuesto preparado en el Ejemplo 2 en la presente
20 descripción. Específicamente, el material compuesto se preparó de desechos sustancialmente no clasificados (SUW, por sus siglas en inglés), recogidos de hogares privados, triturados en una trituradora equipada con cuchillas y molidos después en partículas de un tamaño entre varios
25 micrones hasta varios centímetros. Después, los particulados molidos se tamizaron para recolectar particulados en el rango

de 100-200 mm de diámetro. El flujo de partículas de 100-200 mm pasa a través de un imán que elimina al menos algo del contenido metálico magnético original del SUW. Después de la separación de los metales magnéticos, el flujo de
5 particulados restantes se tritura y tamiza nuevamente para obtener particulados que tienen un tamaño aproximado de 20 mm. Los particulados triturados después se secaron al aire durante unos días, se secaron bajo una corriente de aire seco, hasta que al menos algo, pero no toda la humedad, se
10 eliminó para obtener particulados secos. Los particulados secos se alimentaron en un extrusor de un solo tornillo (Erema o el extrusor fabricado en el hogar) que se fijó a una temperatura de 180 °C y una tasa de rotación de aproximadamente 50 rpm. El material particulado se procesó
15 en el extrusor con un tiempo de residencia de entre aproximadamente 3 minutos y aproximadamente 5 minutos. La boquilla del extrusor se enfrió para aumentar la presión y la fuerza de cizallamiento en el extrusor. El extrudido se enfrió a temperatura ambiente.

20

Material compuesto sin plástico

Se preparó un material compuesto con contenido plástico reducido y que aún contenía orgánicos sintéticos y no sintéticos usando un material de consumo que se sometió
25 a un proceso de biosecado y trituración como se describe anteriormente, seguido de la separación selectiva, usando

la separación NIR de algunos polímeros sintéticos sin poliolefina. Por lo tanto, el material compuesto obtenido, aunque contiene materia plástica, tiene una cantidad reducida de polímeros seleccionados que se consideran incompatibles con las poliolefinas (en comparación con su cantidad en desechos domésticos sustancialmente no clasificados), tales como polímero halogenado (p. ej., cloruro de polivinilo (PVC, por sus siglas en inglés) y/o compuesto que contiene arilo y/o un polímero que tiene un rango de punto de fusión de al menos 200 °C o más, tal como (PVC), poliestireno (PS, por sus siglas en inglés) y PET. Específicamente, el material de consumo contenía menos de 1 % de PVC, menos de 3 % de PS y/o menos de 5 % de PET.

El material de consumo *sin plástico* se sometió después a un extrusor de un solo tornillo (dimensiones de 145 mm de diámetro, longitud de tornillo: 950 cm, holgura de tornillo al barril: 0,5-2 mm, tornillo y barril de alta resistencia al desgaste, diámetro de abertura de la matriz de hasta 30 mm y 2 zonas de ventilación). El material compuesto *sin plástico* extrudido se sometió después a procesos de molienda para obtener el *Compuesto sin plástico* en el siguiente tamaño de partículas: 1,4 mm (de aquí en adelante “Q1.4”), 0,9 mm (de aquí en adelante “Q0.9”) y 0,7 mm (de aquí en adelante “Q0.7”).

Resultados y análisis comparativo

Mezclador calentador a alta velocidad vs. extrusión

La siguiente comparación se dirige a distinguir
5 entre el material compuesto orgánico libre de sintéticos
producido de acuerdo con la presente descripción y un
extrudido proveniente del mismo material de consumo
orgánico libre de sintéticos cuando se usa el proceso de
WO10082202 en la que el desecho heterogéneo se procesó
10 dentro de un extrusor.

Para este fin, el material de consumo orgánico
libre de sintéticos se secó en un horno a 120 °C para
reducir la humedad a un 10 %. El material de consumo
orgánico libre de sintéticos seco después se molió
15 adicionalmente en un molinillo con un tamiz de 6 mm. El
material de consumo orgánico libre molido se sometió
después a las siguientes alternativas:

- mezclado en un mezclador de calentamiento de
alta velocidad a 3000 rpm bajo presión
20 negativa (0.7 Bar durante 40 min, a una
temperatura de hasta 120 °C;
 - o La materia orgánica libre de sintéticos
seca triturada se mezcló después en el
mezclador de alta velocidad a 3000 rpm al
25 vacío de 0,7 Bar durante 40 min hasta
120 °C;

o

- o extrusión del material de consumo orgánico libre de sintéticos seco en un extrusor de un solo tornillo a 100 °C-120 °C y 60 rpm.

5 Cuando se intentó transferir el material de consumo orgánico libre de sintéticos a través del extrusor, el material de consumo orgánico libre de sintéticos no pasó debido a la adherencia del material al tornillo del extrusor y a la degradación temprana. Otras
10 configuraciones de rpm y temperatura se probaron sin éxito.

La conclusión inminente fue que en ausencia de incluso una pequeña cantidad de plásticos, no hay un medio de flujo para portar el material de consumo orgánico libre de sintéticos a través del extrusor y, por lo tanto, permitir
15 la extrusión del material de consumo orgánico libre de sintéticos, existe la necesidad de añadir una pequeña cantidad de materia termoplástica u otros tipos de lubricantes (p. ej., ceras).

20 Mezclador calentador de alta velocidad con o sin aplicación de presión negativa

Para evaluar la importancia de mezclar en condiciones de vacío, el material de consumo orgánico libre de sintéticos seco (seco a aproximadamente 10 % de humedad)
25 se molió a un tamaño de 6 mm (usando un tamiz de 6 mm) y se sometió a mezclado de alta velocidad a 3000 rpm durante 40

min a 115 °C-120 °C con vacío (presión negativa de 0,7 Bar, “**orgánicos libres de sintéticos**” o “**Orgánicos**”) o sin vacío (“**Referencia**” o “**Ref.**”) y después se enfrió en un mezclador de enfriamiento, como se describió anteriormente, para
 5 obtener el material compuesto orgánico libre de sintéticos.

Para la evaluación de muestras (preparación), el material compuesto orgánico libre de sintéticos resultante se mezcló después con polipropileno (70 %, copolímero MFI=60) usando un extrusor de un solo tornillo en las
 10 siguientes condiciones tal como se establece en la Tabla 2:

Tabla 2: Condiciones de extrusión

Muestra	Vacío (Bar)	Presión (Bar)	Torsión (%)	Velocidad (rpm)	Salida (kg/h)
<i>Orgánicos</i>	0,7	18	35	250	4
Ref.	Ninguna	20	38	250	4

A continuación, el material extrudido resultante
 15 (orgánicos libres de sintéticos o de referencia) se sometió al moldeo por inyección, y los moldes resultantes se sometieron a pruebas de aspecto superficial, olor y propiedades mecánicas.

Se tomaron imágenes de las muestras de moldeo por
 20 inyección y se proporcionan en las **Figuras 2A-2B**. Específicamente, la Figura 2A muestra las muestras de moldeo por inyección del material compuesto *Orgánicos* libre de sintéticos que se preparó en condiciones de vacío; mientras

que la Figura 2B muestra las muestras de moldeo por inyección del material compuesto de referencia preparado sin aplicar vacío/presión negativa durante su preparación.

Como un ejemplo adicional, el compuesto *Orgánicos* se combinó de manera similar en condiciones de vacío con 80 % de PP, cuya imagen se proporciona como **la Figura 2C**.

Es obvio a partir de estas imágenes que la presencia de volátiles en el material compuesto (es decir, la falta de su eliminación durante la preparación sin aplicar la presión negativa) daña la apariencia de la superficie de los productos de moldeo por inyección. Sin limitarse a la teoría, se considera que el vapor acumulado dentro del mezclador de alta velocidad provocó estos daños en la superficie.

También se evaluó el olor de los dos tipos de muestras y con base en un sistema de puntuación interna de 1 a 5 (en que 1 es inodoro y 5 muy oloroso), se concluyó que la puntuación de olor del material compuesto de referencia era 5, mientras que la del material compuesto *Orgánicos* era 3. Estos resultados refuerzan la conclusión de que el vacío proporciona un efecto beneficiario en el material compuesto final.

Huella de carbono del OCM

Una huella de carbono es una medida de los gases de efecto invernadero liberados por actividades

determinadas, tales como la fabricación de un producto específico, y se expresa en toneladas métricas de emisiones equivalentes de dióxido de carbono (CO₂eq) generadas.

La huella de carbono del OCM se determinó
5 mediante un LCA (Evaluación del ciclo de vida) de acuerdo con la norma ISO14040, usando un programa informático de cálculo LCA a partir del equilibrio de masa de energía total requerido por el nuevo proceso. La metodología del cálculo se proporciona anteriormente.

10 Específicamente, la metodología para calcular la LCA del material compuesto requiere determinar el impacto de la actividad de conversión. En este sentido, se observa que el cálculo de la huella digital de carbono del OCM representó solo la energía usada para el proceso de
15 conversión en sí y no incluye las etapas de secado y trituración anteriores, ya que estas se realizaron antes de que los desechos llegaran a la instalación de procesamiento.

El siguiente ejemplo no limitante se basa en una planta basada en Tze'elim en el sur Israel, donde se
20 requiere poca energía para producir el OCM debido a la disponibilidad de calor solar para el secado. Por lo tanto, bajo las condiciones de este ejemplo no limitante, solo se necesitó 0,39 kWh de electricidad para producir cada kilogramo de OCM, que se convierte a 1,40 MJ/kg.

25 El impacto del clima de la mezcla de electricidad israelí fue de 0,31 kg CO₂eq/MJ (GWP₁₀₀) y 0,35 kg de CO₂eq/MJ

(GWP₂₀). Esta información se tomó del software IMPACT de LCA 2002 + (vQ 2,28) (julio de 2017) V2.28/IMPACT 2002+ y se determinó en conjunto con los representantes de sostenibilidad de Quantis.

5 El LCA neto se calculó restando la emisión evitada calculada de acuerdo con la ecuación presentada en la Figura 6, del impacto climático del uso de energía del proceso de conversión (arriba). Se ha descubierto que el impacto neto del material compuesto descrito en la presente descripción es negativo, ya que las emisiones evitadas son mayores que las generadas por el material compuesto *Orgánicos*.

Además, para el material compuesto *Orgánicos* que comprende 93,3 % de desechos alimenticios y 6,7 % de inorgánicos, las emisiones evitadas y el impacto climático neto que resulta de esta composición se muestran en la **Tabla 3** (números redondeados).

Tabla 3 - Impacto climático de material compuesto
Orgánicos (“Organicos”)

Métrica del potencial de calentamiento global (GWP)	Impacto de la actividad de conversión de <i>Orgánicos</i> (kg CO ₂ eq/kg de <i>Organics</i>)	Emisiones evitadas (kg CO ₂ eq/kg de <i>Orgánicos</i>)	Impacto climático neto de <i>Orgánicos</i> (kg CO ₂ eq/kg <i>Orgánicos</i>)
GWP ₂₀	0,49	17,87	-17,39
GWP ₁₀₀	0,43	7,07	-6,63

20

Para determinar el impacto del OCM, su huella de carbono se comparó con la del polipropileno virgen (PP),

ácido poliláctico virgen (PLA) y la del material compuesto descrito en W010082202 (de aquí en adelante el “*Compuesto no clasificado*”). En este sentido, se observa que el *Compuesto no clasificado* es de desechos domésticos no clasificados, que incluyen al menos 10 % de plásticos sintéticos, y producidos por extrusión de los desechos no clasificados como se describió brevemente anteriormente. Además, se observa que el PLA se sabe que se usa en productos biodegradables.

La Tabla 4 proporciona la huella de carbono de cualquier material solo o en combinaciones.

Tabla 4: Huella de carbono

Composición	Huella de carbono (KgCO ₂ eq/Kg)
100 de polipropileno (PP)	2,7
100 % de ácido poliláctico (PLA)	3,8
100 % de compuesto <i>no clasificado</i> *	-11,7
100 % de OCM	-19
70 % de PP + 30 % de OCM	-3,7
70 % de PLA + 30 % de OCM	-3,1

*Como se describe en W010082202

La Tabla 4 muestra claramente que el OCM descrito en la presente descripción tiene un impacto mucho más significativo en el ambiente, por su huella de carbono neta negativa, que es mayor que el *Compuesto no clasificado* de W010082202.

Además, como se mostrará en la presente descripción a continuación, mientras que la huella de

carbono es mucho menor, las propiedades mecánicas de la combinación de OCM con PP o PLA son esencialmente iguales a las del PP o PLA cuando se usan como plásticos vírgenes.

5 OCM vs. Compuesto no clasificado

WO10082202 describe material compuesto de desechos domésticos no clasificados (incluidos plásticos) que se sometieron a extrusión en las condiciones descritas anteriormente y con mayor detalle en esta publicación. El material compuesto obtenido de acuerdo con WO10082202 se denomina en la presente descripción *Compuesto no clasificado*.

La huella de carbono del material *Compuesto no clasificado* se determinó por LCA (evaluación del ciclo de vida) de acuerdo con ISO14040/44 usando el software calculador de LCA y el balance de masa de energía total requerido por el proceso de fabricación. La metodología del cálculo se proporciona anteriormente.

Específicamente, la metodología para calcular la LCA del material compuesto requiere determinar el impacto de la actividad de conversión. En este sentido, se observa que el cálculo de la huella digital de carbono del material *Compuesto no clasificado* representó solo la energía usada para el proceso de conversión en sí y no incluye las etapas de secado y trituración anteriores, ya que estas se

realizaron antes de que los desechos llegaran a la instalación de procesamiento.

Las propiedades físicas de las muestras de moldeo por inyección que comprenden 30 % de material compuesto (ya sea el OCM o el *Compuesto no clasificado*) y 70 % de PP se compararon después, como se compila en la **Tabla 5**.

Las propiedades mecánicas resumidas en la Tabla 5 se determinaron de la siguiente manera:

Pruebas de tracción - las propiedades de tracción se determinaron de acuerdo con ISO-527-2 usando el tipo de espécimen A1: longitud general $\geq 150-200$ mm, longitud de la porción de lado paralelo estrecho = 80 ± 2 mm, radio 20-25 mm, distancia entre porciones de lados paralelos amplios 104-113 mm, anchos en los extremos = $20 \pm 0,2$ mm, ancho en una porción estrecha $10 \pm 0,2$ mm, grosor preferido $4 \pm 0,2$ mm, longitud de calibración $50 \pm 0,5$ mm y distancia inicial entre agarres = 115 ± 1 mm.

Impacto Izod (con ranura) - El impacto Izod se midió usando ISO180 (péndulo 1J)/ASTM D256 (péndulo 1J), con ranura, martillo 1J. (Resistencia al impacto Izod, muestras con ranura de bordes)

Alargamiento en la rotura - La prueba se realizó usando el método ASTM D790 (ISO 178), con velocidad de prueba de 5 mm/min.

Densidad - La prueba se realizó usando la norma ISO 1183.

Tabla 5: Muestras combinadas de PP - Comparación de propiedades mecánicas

Propiedad física	ISO	OCM-PP	Compuesto no clasificado-PP
Módulo de tracción (MPa)	ISO-527-2	1200	1480
Tensión de tracción en el límite elástico (MPa)		13,8	15,5
Deformación de tracción en el límite elástico (%)		2,9	2,9
Deformación de tracción en la rotura (%)		3,8	4,1
Resistencia al impacto (kJ/m ²) Izod con ranuras	ISO 180	3,1	4,8
Módulo de flexión (MPa)	ISO 178	1140	1280
Tensión de flexión (MPa)		25,0	28,5
Densidad (g/cm ³)	ISO 1183	0,98	0,97
230 °C/2,16 kg (g/10 min) del MFI	ISO 1133	58	27

5 La Tabla 5 muestra que, aunque las propiedades mecánicas del compuesto **OCM-PP** y las del *Compuesto **no clasificado-PP*** (que comprende también plásticos en una cantidad como la presente en los desechos domésticos no clasificados) son similares, el material *compuesto **OCM -PP*** tiene un MFI significativamente mayor, lo que hace que el compuesto **OCM-PP** sea más compatible para el moldeo por inyección, siendo más fluido y por lo tanto más adecuado para aplicaciones industriales. En este sentido, se observa que cuanto mayor es el MFI, más fluido es el material en una temperatura establecida.

El MFI más alto para el compuesto **OCM-PP** fue inesperado, ya que el MFI del copolímero PP es el mismo (60) y se esperaba que el OCM reduzca el MFI. Sin embargo,

esto no ocurrió. La conclusión inminente es que al usar el OCM es posible reducir la cantidad de polímero virgen y obtener un producto que tenga esencialmente la misma funcionalidad con al menos 30 % menos de polímero virgen.

5

Biodegradabilidad del Compuesto OCM-PLA vs. el Compuesto PLA (Q0.7) no clasificado o plásticos vírgenes

La biodegradabilidad aeróbica en el compuesto del OCM-PLA, el material compuesto *no clasificado* triturado a 10 0,7 mm (“Q0.7”) y el Q0.7-PLA *no clasificado* (de aquí en adelante “Q0.7-PLA”) se compararon con el de PLA virgen (Ingeo 4032D, Nature Works), con o sin OXO (acelerador biodegradable típicamente añadido a compuestos/productos biodegradables-d2w 93224, Symphony Environmental, de acuerdo 15 con la tecnología d2w®) y a la celulosa como la referencia (Estándar de celulosa UNE-EN13432-2001, “0” en la Tabla 4).

Se prepararon cuatro muestras de prueba de acuerdo con las combinaciones de la Tabla 6, y se granularon en gránulos de 2 mm de diámetro y 3 mm de longitud:

20 Tabla 6: Muestras de prueba

Núm.	OCM-PLA	Q0.7	PLA	OXO	Celulosa
0					100
1	30		70		
2	30		69	1	
3		30	70		
4		30	69	1	

La determinación de la biodegradabilidad aeróbica final en el compost se realizó de acuerdo con los requisitos establecidos en UNE-EN13432-2001 (Normas - Requisitos europeos para envases recuperables mediante compostaje y biodegradación - Esquema de pruebas y criterios de evaluación para la aceptación final del envase) y siguiendo el procedimiento técnico detallado en la norma UNE-EN ISO14855-1:2013. (Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas: método mediante análisis del dióxido de carbono desprendido). Como apreciarán los expertos en la técnica, el requisito estándar es más de 90 % de biodegradación en relación con un estándar de celulosa. De acuerdo con UNE-EN13432-2001 para cada conjunto de pruebas, el estándar de celulosa se ejecuta en paralelo.

El % de biodegradación se proporciona en la Tabla 7 y se ilustra además en el gráfico de la Figura 3 que muestra la biodegradación acumulativa.

Tabla 7: Biodegradación

Núm.	Días	CO ₂ g acumulativo medio	% de biodegradación	Estándar > 90 %
0	83,5	75,48	100	N/A
1	83,5	77,93	103,24	SÍ
2	83,5	74,76	95,93	SÍ
3	110,5	62,74	79,63	NO
4	123,5	70,10	88,1	NO

La Tabla 7 muestra que cuando se usa el compuesto **OCM-PLA**, la muestra se descompone completamente, de acuerdo con las normas europeas UNE-EN13432-2001 y UNE-EN ISO14855-1:2013.

5 Sin embargo, cuando se usa el **Q0.7-PLA**, las muestras respectivas no se descompusieron de acuerdo con el estándar, incluso cuando se añadió OXO.

Compuesto orgánico vs. compuesto sin plástico

10 Se determinaron varias propiedades del compuesto *Orgánico* frente a las del *Compuesto sin plástico* (es decir, el compuesto del que se han eliminado plásticos específicos, incluido el PET, y por lo tanto se consideró que contenía menos plásticos en comparación con el
15 WO10082202, aunque seguía conteniendo plástico).

Para comenzar con, para determinar el contenido relativo de polímeros sintéticos, la estabilidad térmica y la cantidad de contenido inorgánico (contenido de ceniza), se analizaron muestras del OCM y una muestra de *Compuesto sin plástico* (“Q0.9”, como se definió anteriormente)
20 mediante el Análisis del barrido diferencial (DSC, por sus siglas en inglés) y el Análisis termogravimétrico (TGA, por sus siglas en inglés, (T_{inicio} y T_0)). Específicamente, se usó un STA TG-DSC combinado con espectroscopia de masas
25 [NETZSCH-Geratebau, STA TG-DSC 443 F3 Jupiter®).

Las condiciones TG-DSC (pérdida de peso ISO11358>5 %) usadas fueron:

Horno	Carburo de silicio
Rango de temperatura	-150 °C a 1550 °C
Tasas de calentamiento	0,001 K/min a 50 K/min
Tasa de enfriamiento (enfriamiento libre)	1540 a 100 °C: 60 min
Rango de pesaje	35 g
Peso inicial máx.	35 g
Atmósferas	Inerte (N ₂ , Ar), oxidante (aire seco), reductor (Ar+5 % H ₂ Su), vacío
Controlador de flujo de masa integrado	para 2 gases de purga y 1 gas protector
Unidad hermética al alto vacío	hasta 10 ⁻⁴ mbar (10 ⁻² Pa)

5 Los resultados se proporcionan en la **Figura 4A-4F** y se abrevian en la **Tabla 8**.

Tabla 8 - TG-DSC del compuesto Orgánicos y Q0.9

	Celulosa (%)	Inorgánico (%)	Polímeros sintéticos (%)	T _{inicio} (°C)	T ₀ (°C)
Q0.9	79,2	9,2	11,6	218	298
OCM	93,3	6,7		172	278

10 La **Tabla 8** muestra que el OCM contiene más de 90 % de celulosa y una cantidad no detectable de polímeros sintéticos. Además, la Tabla 8 muestra que el OCM también incluye una cantidad reducida de sintéticos y/o inorgánicos.

Además, la Tabla 8 muestra que T_{inicio} (la
15 temperatura cuando comienza la oxidación o descomposición) es mucho menor para el OCM, lo que significa que el OCM es ligeramente menos estable y se degradará a 172 °C. Este

resultado también conduce a una conclusión de que el OCM no podría extrudirse en las condiciones establecidas para WO10082202 (extrusión a temperaturas de 180 °C).

Además, la **densidad** de cada muestra se determinó de acuerdo con ISO 1183-2, esto es 1,2 g/cm³ para Q0.9 y 1,25 g/cm³ para el OCM, es decir, esencialmente el mismo.

También se realizó un **análisis elemental** con respecto al OCM, el *Compuesto no clasificado* (como se describe en WO10082202) y el *Compuesto sin plástico* (Q0.9, descrito anteriormente). Específicamente, se empleó la espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP/AES, por sus siglas en inglés).

Para este fin, una muestra líquida se rocía en un soplete de plasma de argón a 6000-10000 °K. La muestra inyectada se deshidrata rápidamente y sus solutos primero se funden y después se evaporan por el calor. Las moléculas se descomponen en átomos libres y una gran proporción de estos átomos también se ionizan.

La Tabla 9 proporciona el contenido inorgánico en cada material compuesto probado.

Tabla 9: Contenido inorgánico

Elemento	No clasificado (mg/g)	Q0.9 (mg/g)	OCM (mg/g)
Ca	32	29,6	21,2
Fe	4,4	1,3	0,3
Na	7	4,0	5,4
Al	13,9	3,1	0,2
K	5,64	2,1	16,6

mg	6,14	1,2	1,5
P	0,66	0,7	0,5
Zn	0,36	0,1	0,0
Si	71,3	1,7	0,5
S	0,74	1,4	1,8

La Tabla 9 muestra que el OCM comprende un contenido significativamente menor de Fe, Al y Si (arena) e incluso un contenido mayor de K, este último indica materia orgánica libre sintética del organismo vivo. El potasio es el principal osmolito de las células vegetales y, por lo tanto, su alto nivel de OCM es una huella dactilar de su fuente. En este sentido, se observa que los polímeros sintéticos o incluso los plásticos de madera no contienen tal alto nivel de potasio, ya que las fibras de madera se someten a extensos lavados con agua que eliminan el potasio de estas.

El **carbono extraído total** - también se determinó usando muestras de **20 g**, extraídas con dimetiléter (DME). El residuo de aceite se pesó y se calculó la cantidad de carbono extraído. Los resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Carbono total extraído

	Orgánicos	Q0.9
Contenido de carbono	1,5 g	0,7 g
%	7,5	3,5

Para la determinación de las propiedades mecánicas de las muestras que contenían OCM:PLA (50: 50) o

Q0.9:PLA (50: 50) se prepararon mediante la composición en un extrusor de doble tornillo. El método de prueba incluyó la combinación de las mezclas mediante un extrusor de doble tornillo (Coperion, ZSK 18 MegaLab, D=18 mm, 48 L/D).

5 El material compuesto o PLA se secó en deshumidificador a 80 °C durante 2 horas, punto de rocío: - 49 °C y después se inyectó para formar los especímenes de prueba de acuerdo con ISO 294.

Propiedades mecánicas - Las propiedades
10 mecánicas resumidas en la Tabla 11 se determinaron de la siguiente manera:

Pruebas de tracción - las propiedades de tracción se determinaron de acuerdo con ISO-527-2 usando el tipo de espécimen A1: longitud general $\geq 150-200$ mm, longitud de la
15 porción de lado paralelo estrecho = 80 ± 2 mm, radio 20-25 mm, distancia entre porciones de lados paralelos amplios 104-113 mm, anchos en los extremos = $20 \pm 0,2$ mm, ancho en una porción estrecha $10 \pm 0,2$ mm, grosor preferido $4 \pm 0,2$ mm, longitud de calibración $50 \pm 0,5$ mm y distancia
20 inicial entre agarres = 115 ± 1 mm.

Impacto Izod (con ranura) - El impacto Izod se midió usando ISO180 (péndulo 1J)/ASTM D256 (péndulo 1J), con ranura, martillo 1J. (Resistencia al impacto Izod, muestras con ranura de bordes)

Alargamiento en la rotura - La prueba se realizó usando el método ASTM D790 (ISO 178), con velocidad de prueba de 5 mm/min.

Tabla 11: Propiedades mecánicas

5

Propiedades	Estándar	OCM - PLA (50:50)	Q0.9/PLA (50:50)	PLA
Módulo de tracción (1 mm/min), MPa	ISO-527-2	2243	3854	3499
Tensión de tracción en el límite elástico (50 mm/min), MPa	ISO-527-2	13	31	72
Tensión de tracción en el límite elástico (50 mm/min), MPa	ISO-527-2	12	31	68
Alargamiento en el límite elástico (50 mm/min), %	ISO-527-2	1,5	1,0	2,5
Deformación por tracción en la rotura (50 mm/min), %	ISO-527-2	3,0	1,0	3,0
Impacto Izod (con ranura) J/m ²	ASTM D256	20	20	40
Impacto Izod (sin ranura), J/m ²	ASTM D256	70	117	243

La Tabla 11 muestra que mientras que el contenido de plásticos en la muestra de Q0.9-PLA proporciona una muestra más rígida como es evidente a partir del módulo de tracción más alto, el límite de fluencia y la tensión en la rotura, ambas muestras tenían un mismo impacto Izod con ranura. Por lo tanto, se concluyó que la combinación OCM:PLA (50:50) puede usarse para películas de material compostable, tales como para películas de envases y mantillo agrícola.

Además, las muestras se sometieron al análisis de espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR): (Nicolet 6700, espectrofotómetro FTIR para el rango infrarrojo medio usando el accesorio ATR). Los espectros de absorbancia se obtuvieron registrando la

absorbancia como una función de la longitud de onda. Las concentraciones se calcularon a partir de mediciones de absorbancia a longitudes de onda específicas que figuran en las instrucciones de uso del fabricante y se basan en
5 bibliotecas comúnmente conocidas.

La **Figura 5** es el espectro de ART-FTIR que muestra la diferencia entre el OC y el *Compuesto sin plástico* (Q0.9). Puede hacerse referencia específica a las diferencias en los picos descritos en la Tabla 10.

10 Tabla 12 - Picos ilustrativos

Longitud de onda (cm ⁻¹)	Grupo funcional
3200-3550	O-H hidroxílico
2800-3000	C-H alifático
1650-1800	C=O carboxílico
1600-1650	C=C alquénico
1450-1460	C-H alifático
1020-1075	C-O etérico
680-720	C-H alifático

La **Figura 5** y la Tabla 12 muestran claramente las diferencias de contenido orgánico libre de sintéticos
15 (ver zanahorias orgánicas partidas)

Específicamente, puede verse que OCM contiene materia orgánica natural (es decir, no sintética) en porcentajes altos en comparación con el compuesto Q0.9. Por ejemplo, el pico 3335,56 cm⁻¹ es indicativo del
20 componente hidroxílico y contiene menos grupos alifáticos que caracterizan principalmente a los polímeros.

La **Figura 5** proporciona los resultados para dos muestras diferentes, que incluyen el material compuesto de dimensiones de 0,9 mm (Q0.9) y el OCM.

Curiosamente, la biblioteca FTIR identificó Q0.9 como luteína (86 %) y el OCM como semillas de zanahorias (95 %). Mientras esto no puede considerarse como una identificación química definitiva, y es simplemente una indicación de las señales de FTIR dominantes indicativas de carotenoides, esta es una observación interesante y un diferencial claro entre Q0.9 y el OCM y más importante entre el OCM y otros plásticos de madera. Si bien el OCM es relativamente rico en fibras de celulosa, Q0.9 contenía menos fibras y una mayor proporción de carotenoides.

El OCM se caracterizó también usando cromatografía de gases (GC-MS, Agilent 7890A). Específicamente, la extracción en el espacio de cabezal de 24 horas del compuesto orgánico se analizó mediante GC-Sniffer seguido por GC-MS. El GC-Sniffer indicó un olor rancio desagradable en el tiempo de retención entre 16-20 min. Los resultados de GC-MS indicaron dos compuestos volátiles principales: ácido nonanoico y ácido octanoico eluidos en el tiempo de retención de 15 min para ácido octanoico, 19 min para ácido nonanoico. Como referencia, se observa que el ácido oleico se eluyó en 35 minutos de tiempo de retención.

La **Tabla 13** muestra que Q0.9 contiene niveles mucho más altos de ácido octanoico y un nivel significativamente

más bajo de ácido oleico en comparación con OCM. Además, la Tabla 11 indica relaciones significativamente más bajas de octanoico/oleico y nonanoico/oleico debido a las temperaturas y presiones más bajas aplicadas en OCM.

5 En este sentido, se observa que el ácido octanoico (también conocido con el nombre de ácido caprílico) está saturado con ocho carbonos y es un líquido aceitoso que es mínimamente soluble en agua con un olor ligeramente desagradable como a rancio. El ácido nonanoico y el ácido
10 octanoico son productos de degradación del ácido oleico insaturado. El ácido oleico es un ácido graso que se produce naturalmente en diversos animales y grasas vegetales y, por lo tanto, está presente en los desechos municipales. La degradación del ácido oleico para dar ácidos nonanoicos y
15 octanoicos se produce particularmente en presencia de agua subcrítica a 20 MPa (aproximadamente 200 Atm) y por encima de 300 °C. Es interesante observar que el ácido esteárico (la forma saturada de ácido oleico) es estable incluso a 370 °C. Además, el ácido oleico, es estable por debajo de
20 300 °C a 20 MPa en presencia de agua subcrítica.

Tabla 13 - Contenido de ácidos grasos (unidades arbitrarias)

Absorbancia	Q0.9	OCM
Ácido octanoico	800.000	400.000
Ácido nonanoico	1.600.000	1.600.000
Ácido oleico	1.200.000	3.400.000

Octanoico/oleico	0,666667	0,117647
Nonanoico/oleico	1,333333	0,470588

Extracción de ADN y contenido de clorofila de Q0.9 y OCM

El protocolo de extracción de ADN se modificó a partir de <http://www.bio-protocol.org/e2906>.

5 Específicamente, los triplicados de 20 g de Q0.9 se molieron en nitrógeno líquido hasta obtener un polvo fino usando un mortero y pistilo enfriado (este es un método común para la extracción de ADN LN2 en -210 °C). Después, el polvo fino se colocó en un tubo, al cual 500 µl de
10 solución de cloroformo:alcohol isoamílico al 2 % (24:1) (CTAB) se agregó y se incubó con mezclado vigoroso, en un baño de agua a 65 °C durante una hora. El uso de CTAB, un detergente catiónico, facilita la separación de polisacáridos durante la purificación, mientras que
15 aditivos, tales como polivinilpirrolidona, pueden ayudar a eliminar los polifenoles. Los reguladores de extracción a base de CTAB se usan ampliamente cuando el ADN purificado de tejidos vegetales.

La mezcla se centrifugó después a 12.000 g
20 durante 15 min y se recolectó el sobrenadante, a la que se agregó un volumen igual de cloroformo y se centrifugó nuevamente. Se tomó la fase acuosa, y se agregó un volumen igual de alcohol isopropílico al mezclar suavemente el tubo. Los tubos se colocaron a -20 °C durante una hora y
25 se centrifugaron durante 12.000 x g durante 15 min. Se

agregó 700 µl de etanol al 75 % al sedimento y se centrifugó durante 12.000 x g durante 5 min. El gránulo se secó completamente y se mezcló en 30 µl de agua ultrapura 1 µl de RNaseA al 10 % y se incubó a 37 °C durante una hora. La cantidad de ADN se determinó usando NanoDrop.

La determinación del contenido de clorofila se realizó usando un protocolo descrito a continuación: Específicamente, se añadieron triplicados de una masa de 20 mg del material compuesto probado en un tubo de 1,5 ml que contenía 1 ml de dimetilformamida (DMF, por sus siglas en inglés). Los tubos se incubaron durante la noche a 4 °C para permitir que la clorofila se disuelva en la solución de DMF. Se mezcló 300 µl de solución de muestra con 600 µl de DMF en un tubo Eppendorf fresco (2 volúmenes de DMF por cada volumen de muestra). La absorbancia (a) se tomó en un espectrofotómetro a longitudes de onda de 647 nm y 664,5 nm usando una cubeta de cuarzo.

$$\text{Contenido de clorofila } a \text{ (}\mu\text{g/ml)} = (12 \times A_{664,5}) - (2,79 \times A_{647})$$

20

$$\text{Contenido de clorofila } b \text{ (}\mu\text{g/ml)} = (20,78 \times A_{647}) - (4,88 \times A_{664,5})$$

Tabla 14: Contenido total de ADN y clorofila

25

	OCM	Q0.9
--	-----	------

Clorofila µg/g	75,5	96,5
ADN mg/g	18,9	4,5

Los datos anteriores muestran que los niveles de clorofila son aproximadamente iguales en los dos materiales compuestos, mientras que el contenido de ADN en OCM es significativamente mayor.

Análisis con Elemental (C, H, N) de materiales Q en OCM vs. Q 0.9

El análisis con Elemental de C, H, N, S y O se realizó usando Flash EA 1112 Elemental Analyzer, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los resultados se muestran en la **Tabla 15**.

Tabla 15 - Análisis con Elemental (orgánicos)

%	N	C	H
OCM	2,0	45,1	6,1
Q0.9	0,6	53,8	7,6

15

La alta cantidad de nitrógeno en OCM indica la mayor cantidad de material (natural) orgánico libre de sintético, ya que Q0.9 contiene un nivel relativamente alto de poliolefinas que son ricas en carbono e hidrógeno y típicamente no contienen nitrógeno mientras que los productos naturales, tales como los que se encuentran en más abundancia en el OCM, contienen proteínas que son ricas en nitrógeno.

FIG.1

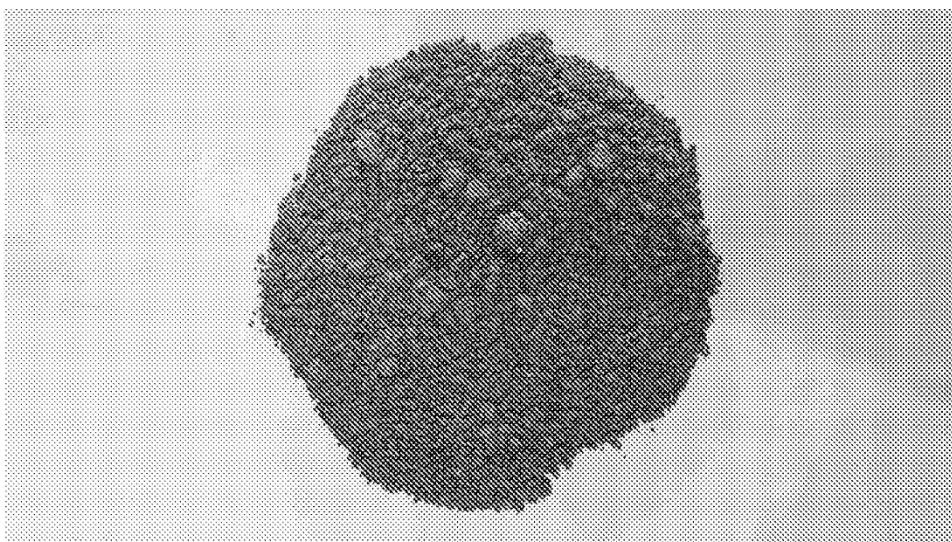


FIG.2A

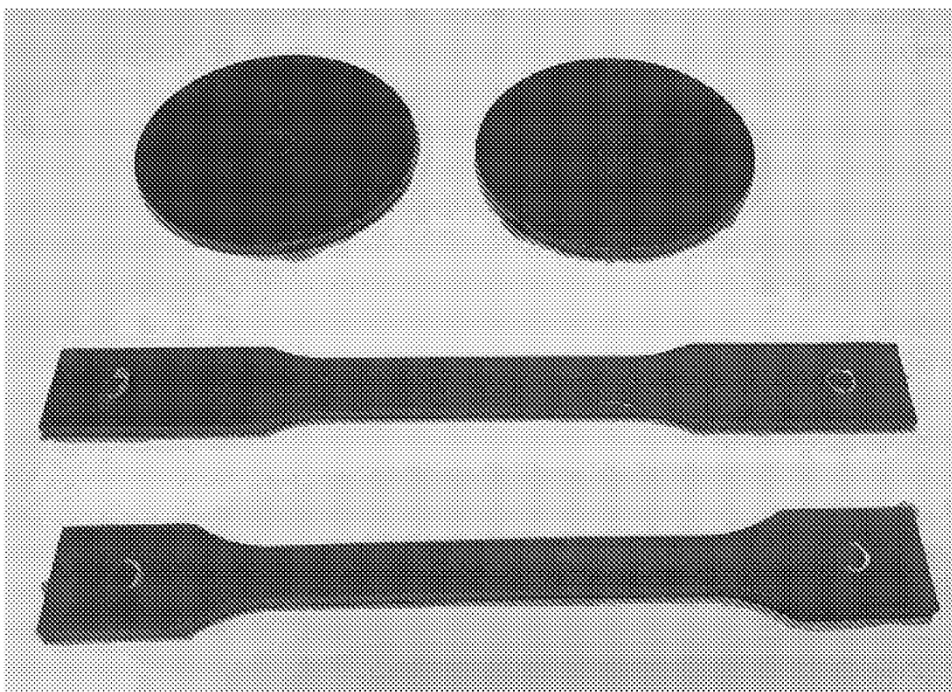


FIG.2B

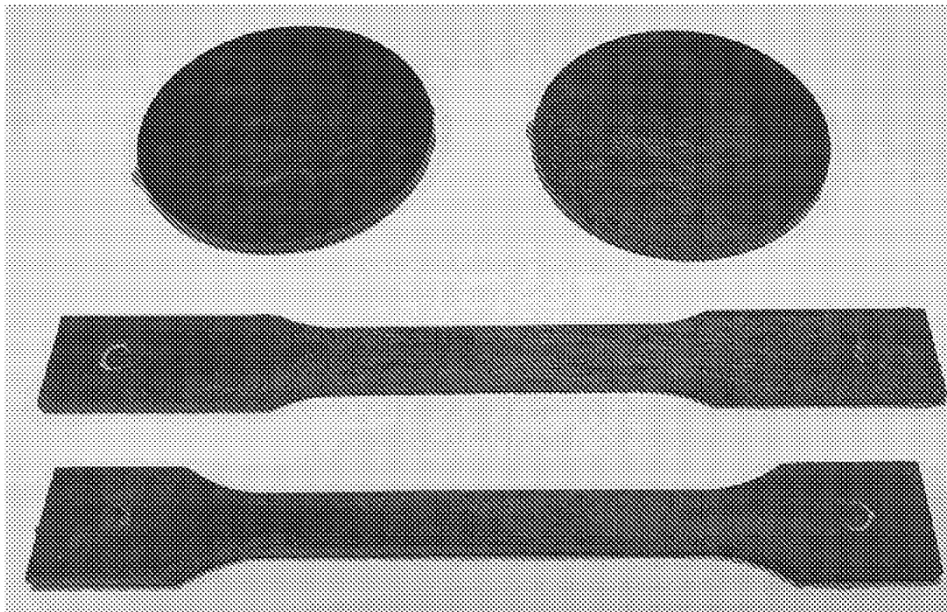


FIG.2C

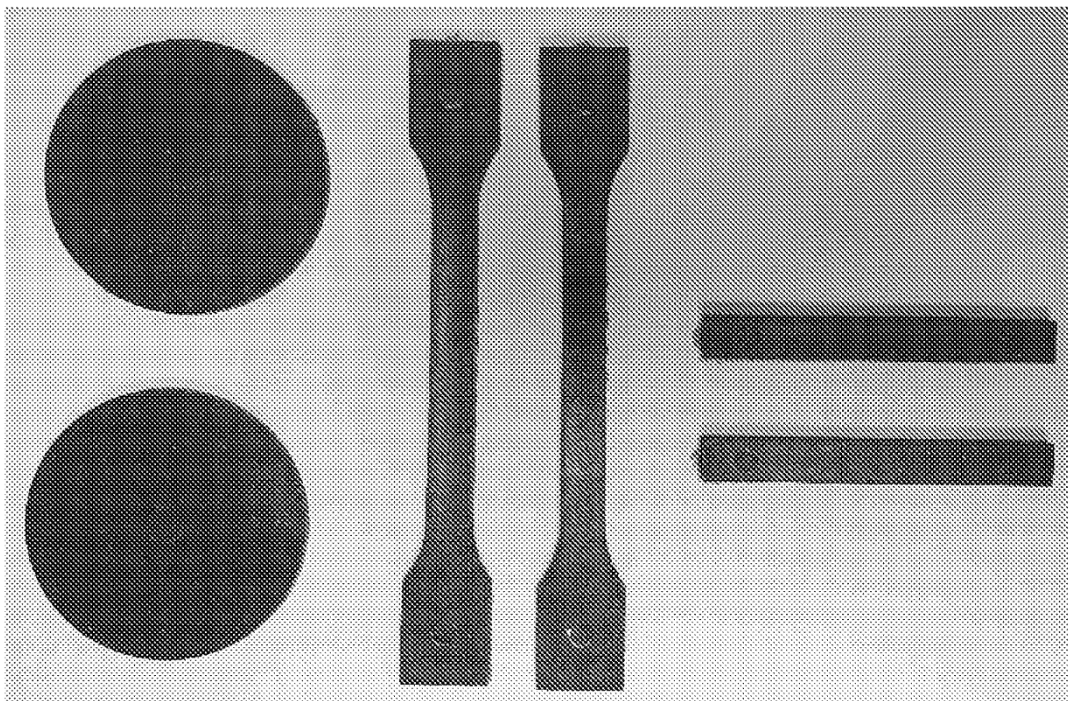


FIG. 3

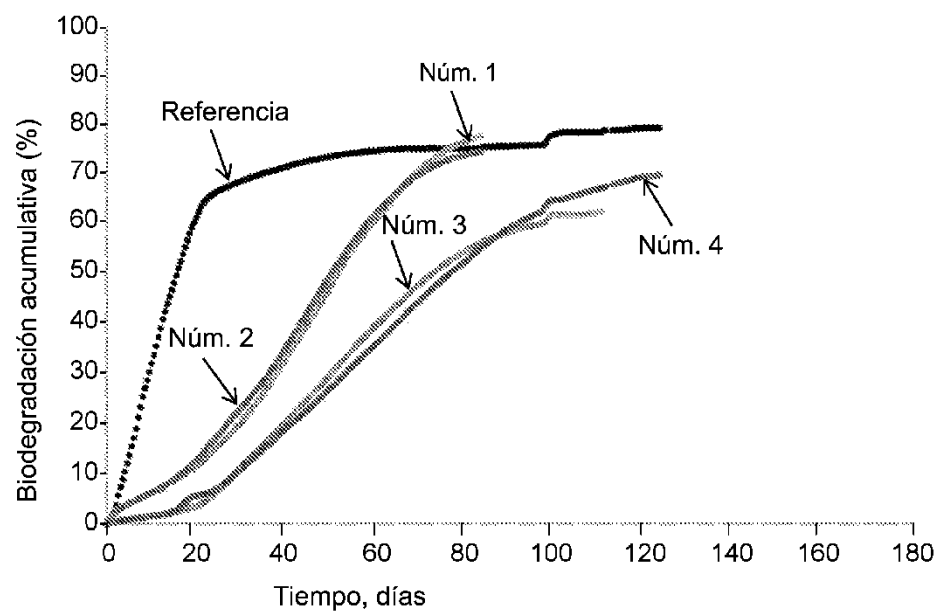


FIG. 4A

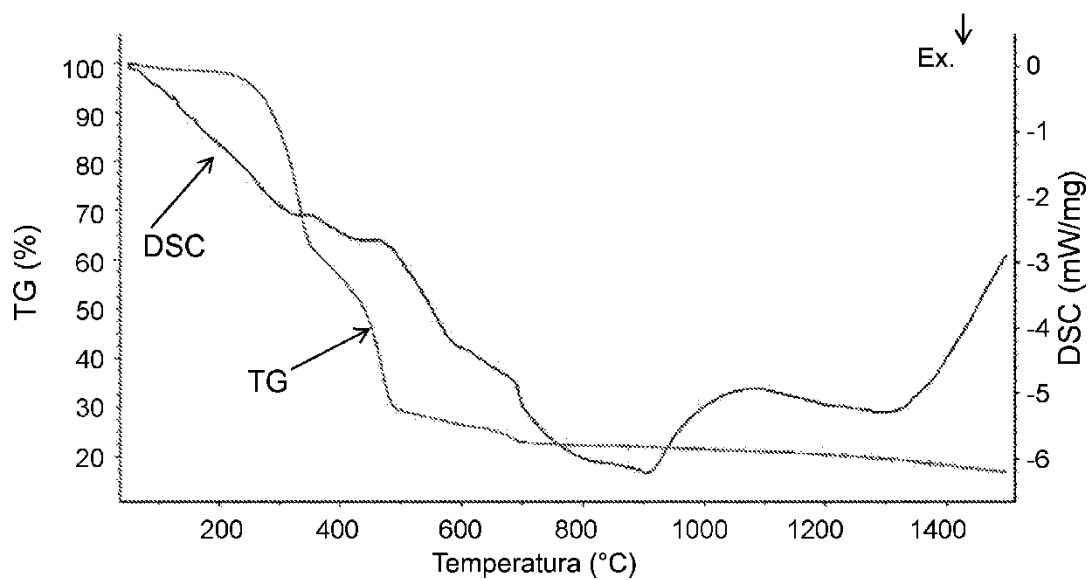


FIG. 4B

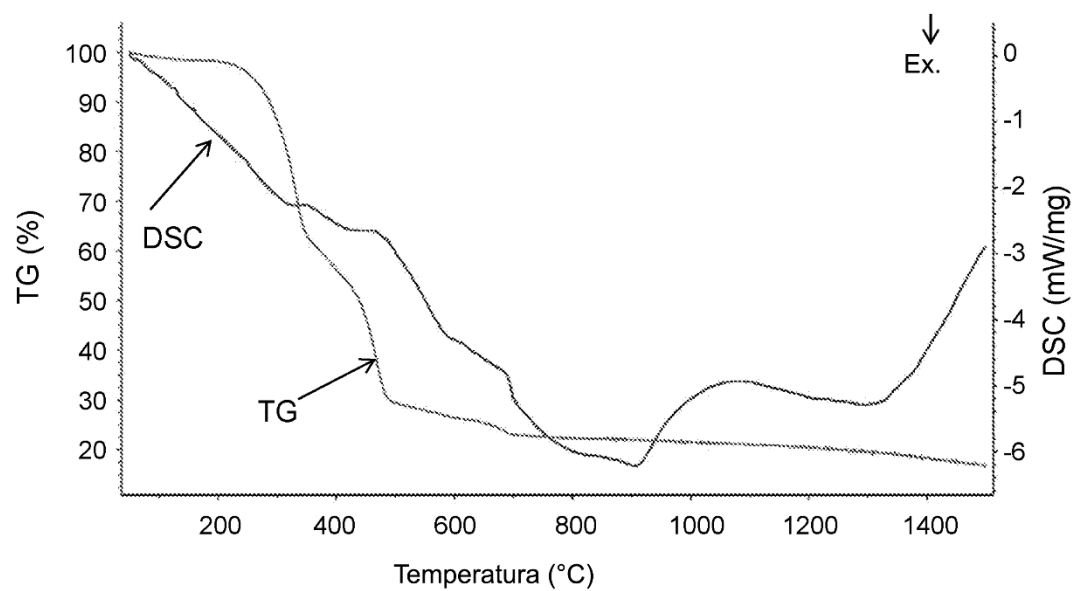


FIG. 4C

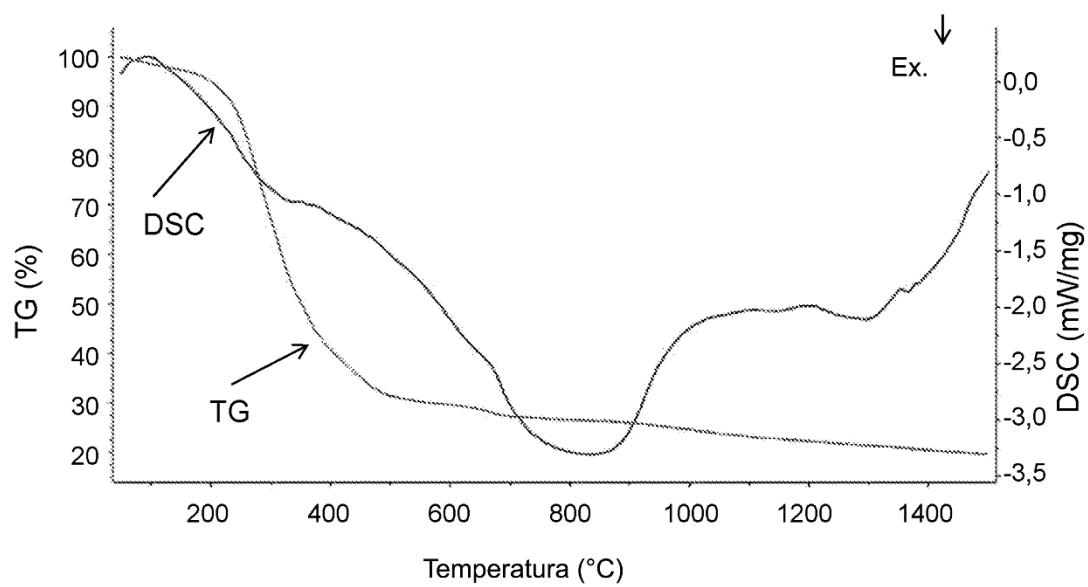


FIG. 4D

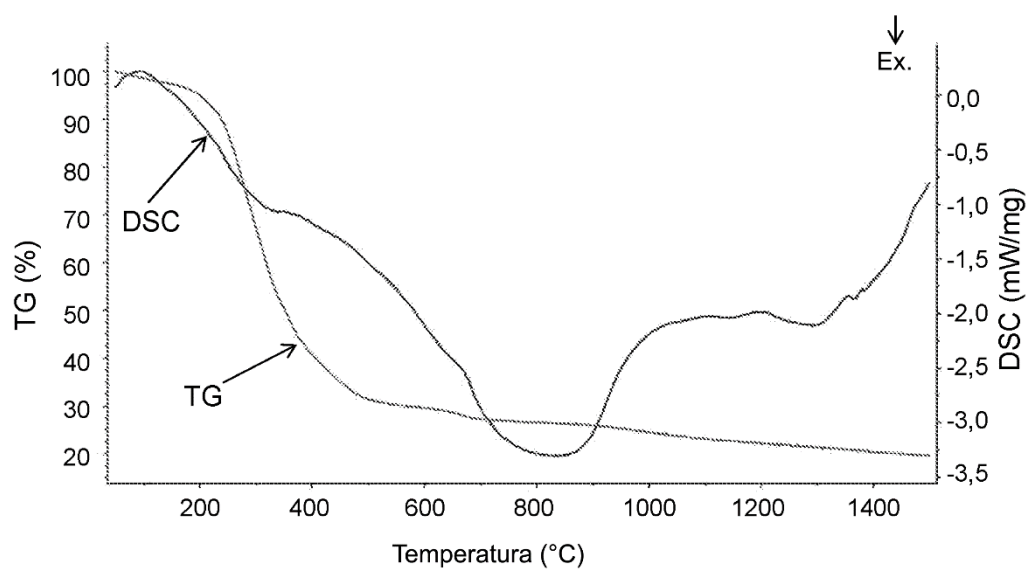


FIG. 5

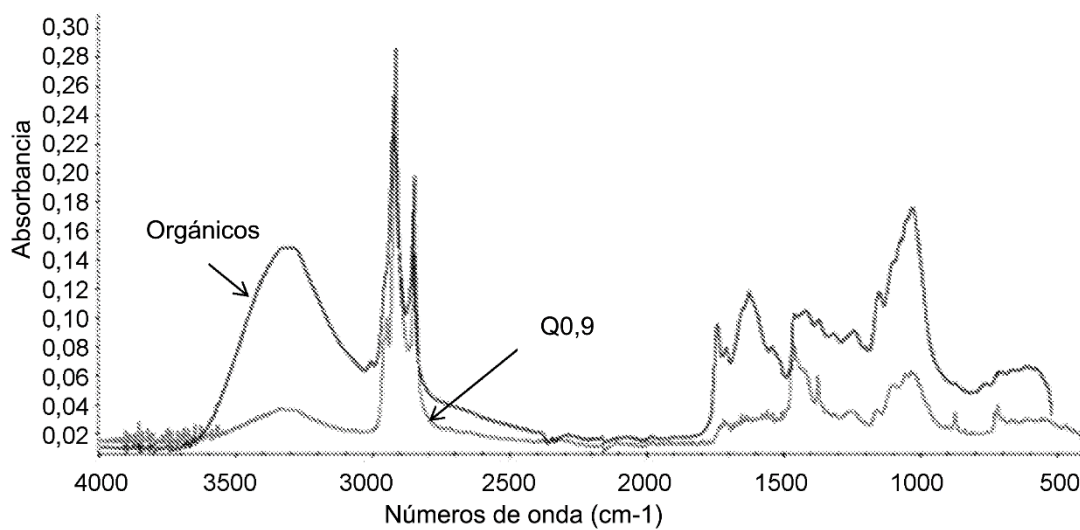


FIG. 6

$$BE_{CH_4, SWDS, y} = \phi_y \times (1 - f_y) \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_{y, y} \times MCF_y \times \sum_{j=1}^y \sum_j (W_{j, y} \times DOC_{j, y} \times e^{-k_j \times (y-x)} \times (1 - e^{-k_j}))$$

Factor de corrección del modelo: **(10)**

Fracción de metano capturado en el SWDS: **(20)**

Impacto potencial de calentamiento global del metano: **(30)**

Factor de oxidación: **(40)**

Conversión de carbono a metano: **(50)**

Fracción de metano en el SWDS: **(60)**

Fracción de carbono orgánico degradable que puede descomponer: **(70)**

Factor de corrección de metano: **(80)**

Diferenciamiento de horizontes del tiempo: **(90)**

Diferenciamiento de tipos de desechos: **(100)**

Cantidad SW tipo j que se previene de la eliminación en un SWDS: **(110)**

Fracción de carbono orgánico degradable en el tipo de desecho: **(120)**

Tasa de desintegración por el tipo de desecho: **(130)**

Horizonte del tiempo en revisión: **(140)**

Tasa de desintegración por el tipo de desecho: **(130)**