Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

Ecodiseño, polímeros biodegradables y economía circular en la fabricación industrial: un Modificación de biopolímeros para reducir la huella de carbono corporativa.
Ecodiseño, polímeros biodegradables y economía circular en la fabricación industrial: Modificación de biopolímeros para reducir la huella de carbono corporativa.
Ecodiseño, polímeros biodegradables y economía circular en la fabricación industrial: modificación de biopolímeros para reducir las emisiones de dióxido de carbono corporativas.

Giovanne Galinari Oliveira es

licenciado y máster en Diseño de Producto por la Universidad Estatal de Minas Gerais (UEMG). Es investigador en ciencia de materiales y polímeros biodegradables, con el apoyo de CAPES.

Resumen

Este artículo investiga el papel del ecodiseño, la ciencia de los materiales sostenibles y los principios de la economía circular en la innovación y fabricación de productos industriales. Comienza con un análisis teórico y experimental de la modificación de biopolímeros renovables, como el poli(ácido láctico).
Mediante la incorporación de plastificantes y aditivos de origen vegetal (como el aceite de Ricinus communis L.), se analizan los cambios en las propiedades térmicas y mecánicas, así como la tasa de biodegradabilidad del material en condiciones naturales del suelo. Se discute la aplicación de estos biopolímeros aditivos en el desarrollo de envases y productos comerciales con vida útil controlada, evaluando el impacto de la sustitución de plásticos derivados de combustibles fósiles en el logro de los objetivos ambientales, sociales y de gobernanza corporativa (ESG).
Palabras clave: Ecodiseño. Polímeros biodegradables. Poli(ácido láctico). Economía circular. Sostenibilidad industrial.

Abstracto

Este artículo investiga el papel del ecodiseño, la ciencia de los materiales sostenibles y los principios de la economía circular en la innovación y la fabricación de productos industriales. A partir del análisis teórico y experimental de la modificación de biopolímeros renovables, específicamente el poli(ácido láctico) (PLA) mezclado con plastificantes y aditivos de origen biológico (como el aceite de Ricinus communis L.), el estudio analizó las alteraciones en las propiedades térmicas, mecánicas y de biodegradación en el suelo en condiciones naturales. Se discute la aplicación de estos biopolímeros modificados en envases comerciales y productos de vida útil controlada, evaluando el impacto de la sustitución de plásticos derivados de combustibles fósiles para alcanzar los objetivos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) corporativos.
Palabras clave: Ecodiseño. Polímeros biodegradables. Poli(ácido láctico). Economía circular. Sostenibilidad industrial.

Introducción

La crisis ambiental resultante de la acumulación de residuos plásticos de origen fósil y la urgencia de

Mitigar el cambio climático requiere una profunda reestructuración de los sistemas.

Producción y consumo de la industria global. Como postularon McDonough y Braungart (2002).

En el modelo Cradle to Cradle , los materiales industriales deben diseñarse

para reingresar continuamente al ciclo de producción como nutrientes técnicos o para ser absorbidos.

por la naturaleza de forma segura como nutrientes biológicos, eliminando el concepto mismo de

residuos. En este paradigma, el ecodiseño guía el desarrollo de productos cuyo ciclo de vida...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

La vida se planifica desde la selección de las materias primas hasta su eliminación final.
La búsqueda de sustitutos viables para los polímeros convencionales derivados del petróleo ha impulsado...
el uso de poli(ácido láctico) (PLA), un poliéster termoplástico biodegradable y
Material compostable obtenido de fuentes renovables, como el almidón de maíz o la caña de azúcar.
Sin embargo, en su forma pura, el PLA presenta importantes limitaciones técnicas para diversas aplicaciones.
Industrialización y comercialización de productos flexibles, como aquellos con alta fragilidad y baja
elongación a la rotura y baja tasa de degradación en condiciones naturales del suelo sin
Compostaje industrial.
Este artículo propone una reflexión sobre la modificación química y estructural del PLA a través de...
adición de plastificantes de origen vegetal, específicamente aceite de ricino (Ricinus)
communis L.), para el desarrollo de nuevos materiales poliméricos biodegradables.
El estudio se basa en las teorías de la ciencia de los materiales, el ecodiseño y la economía circular.
analiza cómo el ajuste de las propiedades reológicas y térmicas del biopolímero permite
fabricación de embalajes y artículos utilitarios que combinan un alto rendimiento comercial y
Biodegradabilidad rápida e impacto ambiental.

Metodología

Este estudio adopta un enfoque metodológico mixto, basado en una revisión de la literatura.
Ciencia de los polímeros y análisis descriptivo de los procesos de procesamiento y caracterización.
de biocompuestos poliméricos. La investigación se basa en la literatura académica de
especialización en materiales biodegradables y ecodiseño, basada en formulaciones de
Bastioli (2005), Manrich (2006) y Cerdà y Lofthouse (2002).
El análisis examina los procesos de incorporación del aceite de Ricinus communis L. en la matriz de
El PLA se produce mediante extrusión con un solo husillo o con dos husillos, seguida de moldeo del cuerpo.
Ensayo. Las propiedades térmicas se evalúan mediante calorimetría de barrido.
Microscopía electrónica de barrido digital (DSC), temperatura de transición vítrea (Tg), temperatura de fusión (Tm), así como la
Comportamiento mecánico bajo ensayos de tracción. Monitoreo de la velocidad de
La biodegradabilidad se analiza mediante el método de pérdida de masa tras la exposición directa en el suelo.
natural a intervalos de tiempo controlados.
La triangulación analítica contrarresta los requisitos técnicos exigidos para el embalaje de uso.
Las consideraciones comerciales se relacionan con el perfil de degradación ambiental de los biopolímeros con aditivos. Este enfoque
El enfoque metodológico permite la fundamentación científica de la tesis de que el uso de aditivos
Los materiales renovables en matrices de bioplásticos aumentan la flexibilidad mecánica del material y aceleran su...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

asimilación al medio ambiente, ofreciendo al sector productivo alternativas reales a los plásticos.
No renovable.

Capítulo 1: Principios del ecodiseño, análisis del ciclo de vida y economía circular.

El ecodiseño establece la integración sistemática de los aspectos ambientales en el diseño y
desarrollo de productos, con el objetivo de reducir su impacto ecológico a lo largo de todo su ciclo de vida.
ciclo de vida sin comprometer sus funciones comerciales y usabilidad. Según Cerdà y
Lofthouse (2002), el ecodiseño requiere que el diseñador considere la extracción de materias primas, el
consumo de energía en la fabricación, eficiencia en el transporte y eliminación posconsumo antes
que el producto ingrese a la línea de producción industrial.
La evaluación del ciclo de vida (ACV) es la herramienta científica utilizada para cuantificar los flujos
de materia y energía asociadas a un producto, desde la cuna hasta la tumba o desde la cuna.
De cuna a cuna. La aplicación del ACV revela que la mayoría de los impactos
El impacto ambiental de un bien de consumo se determina durante la fase de diseño inicial. La decisión
reemplazar un polímero sintético de origen fósil con una matriz biodegradable obtenida de
La biomasa renovable reduce drásticamente la huella de carbono acumulada en la fase de materia prima.
primo.
La transición de la economía lineal tradicional al modelo de economía circular requiere la creación de
de productos cuyos componentes materiales se pueden separar, reciclar o reciclar fácilmente
biológicamente descompuestos. Como resume Bastioli (2005), los bioplásticos
Juegan un papel central en la economía circular para aplicaciones de corta duración, como por ejemplo:
como envases de alimentos y artículos desechables comerciales, donde la contaminación por
Los residuos orgánicos hacen que el reciclaje mecánico tradicional sea inviable.
Además de los beneficios ambientales, la adopción de estrategias de ecodiseño y bioplásticos responde a
debido a las crecientes exigencias regulatorias y las directrices corporativas sobre gobernanza ambiental,
Gobernanza social y corporativa (ESG). Empresas que incorporan materiales renovables y reciclables en
Sus productos e instalaciones comerciales mejoran el valor de su marca y reducen los riesgos medioambientales.
y satisfacen las exigencias de los consumidores conscientes.

Se puede concluir que el ecodiseño es la disciplina fundamental para la sostenibilidad industrial en
Siglo XXI. Al diseñar productos con materiales renovables y ciclos de vida planificados,
La industria elimina los residuos, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y consolida un modelo.
Desarrollo económico compatible con los límites ecológicos del planeta.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

Capítulo 2: Estructura, propiedades y desafíos técnicos del poli(ácido láctico) (PLA)

El poli(ácido láctico) (PLA) se ha consolidado como uno de los polímeros biodegradables más prometedores.
del mercado debido a su excelente transparencia, alto módulo de elasticidad,
biocompatibilidad y facilidad de procesamiento mediante métodos de transformación convencionales
de termoplásticos, como moldeo por inyección, extrusión e impresión 3D por FDM. PLA
Se sintetiza a partir de la polimerización del ácido láctico obtenido por fermentación bacteriana de azúcares
vegetales.¹
A pesar de sus ventajas ecológicas, el PLA puro presenta deficiencias mecánicas y térmicas.
que restringen su aplicación a envases flexibles y bienes comerciales duraderos. El material
Presenta una elevada rigidez y fragilidad a temperatura ambiente, mostrando deformación al romperse.
Normalmente, menos del 10%. Esta falta de ductilidad se traduce en una baja resistencia al impacto.
lo que provoca que el polímero se fracture fácilmente cuando se somete a tensión mecánica.
tracción o torsión.
La temperatura de transición vítrea (Tg) del PLA puro se encuentra en el rango de 55 °C a 60 °C, que
Su uso se limita a recipientes que entran en contacto con líquidos calientes o que permanecen calientes.
expuesto a altas temperaturas durante el transporte. Además, la velocidad de cristalización del PLA es...
lento, que requiere tiempos de ciclo más largos en el procesamiento industrial y que resulta en una
Material predominantemente amorfo con baja estabilidad térmica.
Otro desafío crítico para el PLA se refiere a su biodegradabilidad. Aunque la
Si un polímero se clasifica como biodegradable, su degradación mediante hidrólisis y posterior...
La asimilación microbiana se produce de forma más eficiente principalmente en entornos de compostaje
industrial.[2] , donde las temperaturas mantenidas por encima de 58°C y la humedad controlada aceleran la
proceso. En condiciones naturales de suelo y agua dulce, la degradación del PLA puro es
Es extremadamente lento y puede tardar años en completarse.
Por lo tanto, para superar los cuellos de botella operativos del EPL es necesario modificar su estructura.

[1] La síntesis de poli(ácido láctico) (PLA) se produce principalmente mediante polimerización por apertura de anillo (ROP), un proceso que permite controlar la estereoestructura polimérica entre los isómeros L-lactida y D-lactida, influyendo directamente en el grado de cristalinidad del termoplástico final.

[2] Según lo especificado por las normas técnicas internacionales ISO 17088 y ASTM D6400, el compostaje
El procesamiento industrial del PLA requiere condiciones termohigrométricas controladas, manteniendo temperaturas termófilas entre 58 °C y 60 °C, una humedad relativa superior al 60 % y una microbiota activa para lograr una mineralización del 90 % en 180 días.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

mediante la adición o mezcla con otros compuestos. El desarrollo de biocompuestos
que mejoran la flexibilidad del PLA y aceleran su tasa de biodegradabilidad natural es la
Esto es fundamental para expandir el uso de este biopolímero a gran escala en la industria.

Capítulo 3: Modificación de biopolímeros con plastificantes de origen vegetal (Ricinus)
communis L.)

La estrategia consiste en la incorporación de plastificantes de bajo peso molecular a la matriz de PLA.
la técnica más eficiente para aumentar la movilidad de las cadenas de polímeros y elevar la
Flexibilidad y ductilidad del material. Como enseña Manrich (2006), los plastificantes
Actúan posicionándose entre las cadenas macromoleculares del polímero, reduciendo las fuerzas de interacción.
atracciones intermoleculares y disminución de la temperatura de transición vítrea (Tg) del compuesto final.
El uso del aceite de ricino (Ricinus communis L.) como aditivo plastificante natural.
Ofrece una alternativa sostenible a los plastificantes sintéticos derivados del petróleo, como los ftalatos.[3]
, que presentan alta toxicidad y riesgo de lixiviación. Aceite de ricino
Tiene una estructura química única rica en ácido ricinoleico, cuyo grupo hidroxilo le confiere
polaridad parcial a la molécula, favoreciendo su compatibilidad e interacción con la matriz de
éster de PLA.
La adición de proporciones controladas de aceite de ricino al PLA produce modificaciones.
Cambios significativos en las propiedades mecánicas y térmicas del compuesto. Ensayos de tracción
Demuestran un aumento significativo en la elongación a la rotura.
transformando el comportamiento del material de rígido y quebradizo a dúctil y flexible. El efecto
El efecto plastificante también se manifiesta en la reducción de Tg, lo que permite que el compuesto mantenga su
Flexibilidad a temperatura ambiente y bajo refrigeración.
Modificar la reología y la viscosidad del fundido biocompuesto facilita su
Procesamiento mediante extrusión y moldeo, lo que reduce la presión necesaria en el cabezal de la matriz.
Máquinas y consumo de energía durante la transformación industrial. La mayor fluidez de
El material mejorado con aditivos también optimiza el flujo en el corte para la fabricación aditiva, lo que permite
Impresión 3D de piezas flexibles con excelente adhesión entre capas y menor incidencia de...

[3] El aceite de ricino contiene aproximadamente entre un 85% y un 90% de ácido ricinoleico (12-hidroxi-octadec-ácido 9-enoico) en su composición de triglicéridos. La presencia del grupo hidroxilo (—OH) en el duodécimo carbono de la cadena de ácidos grasos reduce la migración del plastificante y evita la exudación en matrices poliméricas polares como el PLA.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

deformación .

Se concluye que la modificación del PLA con aceite de Ricinus communis L. es una solución.

Uso innovador de la química verde aplicada al diseño de materiales. El uso de un aditivo agrícola.

Los materiales renovables y no aptos para uso alimentario mejoran el rendimiento mecánico de los bioplásticos, abriendo nuevas posibilidades.

Posibles aplicaciones comerciales en envases flexibles, películas protectoras y servicios públicos.

comercial.

Capítulo 4: Evaluación de la biodegradabilidad en suelos y aplicaciones industriales de

Embalaje

Evaluar la tasa de biodegradabilidad de los biopolímeros en condiciones naturales del suelo es la

parámetro definitivo para demostrar la eficiencia ecológica de nuevos materiales destinados a

Productos con vida útil controlada. El proceso de biodegradación ambiental del PLA enriquecido con aditivos.

Se produce en dos etapas consecutivas: en primer lugar, degradación abiótica por hidrólisis de

Los enlaces éster en la matriz polimérica se forman por la acción de la humedad del suelo, seguida de la degradación.

Metabolismo biótico por microorganismos (bacterias y hongos) que consumen oligómeros de bajo peso molecular.

generado molecularmente.

La incorporación de aceite vegetal de Ricinus communis L. acelera significativamente el proceso.

biodegradación de PLA en suelo natural. El aumento de la hidrofilicidad de la matriz y la creación

Un mayor volumen libre entre las cadenas macromoleculares facilita la difusión de las moléculas.

El agua penetra en el interior de la pieza, acelerando la degradación hidrolítica del polímero. La presencia de aceite

La planta también actúa como fuente de nutrientes para la microbiota del suelo, estimulando la

Colonización fúngica en la superficie de la pieza.

Las pruebas de pérdida de masa por enterramiento en el suelo demuestran que las muestras de PLA

Los aditivos presentan pérdida de integridad estructural y desintegración en plazos de tiempo drásticamente más cortos.

Más pequeño en comparación con el PLA puro. Reducción del tiempo de degradación ambiental.

Garantiza que, en caso de eliminación inadecuada en el medio ambiente, el material se descompondrá.

de forma natural, sin generar microplásticos de larga duración ni acumularse en vertederos.

baños.

Las aplicaciones industriales de los biocompuestos de PLA modificados se concentran en el sector de

Envases comerciales, bolsas de un solo uso, películas agrícolas y envoltorios de productos.

Consumo de rápida eliminación. La combinación de flexibilidad mecánica ajustable,

La impermeabilidad a los aceites y la rápida asimilación por el suelo hacen que estos materiales sean ideales para

Sustitución de plásticos no reciclables en las cadenas de suministro de bienes de consumo de alta rotación.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

(Bienes de consumo de alta rotación).4

En resumen, la prueba de la biodegradabilidad del PLA con aditivos en suelo natural valida la
Viabilidad de los materiales para la economía circular. Ciencia de los materiales aplicada al ecodiseño.
Proporciona a la industria soluciones de embalaje de alto rendimiento que son funcionalmente sólidas y respetuosas con el medio ambiente.
Nulo y sin efecto una vez finalizado su ciclo de vida comercial.

Capítulo 5: Cinética de degradación hidrolítica, difusión y limitaciones de la vida útil de
Biocompuestos

El análisis cuantitativo de la durabilidad de los biopolímeros modificados requiere modelado de
Cinética de la degradación hidrolítica y perfil de absorción de agua en la matriz polimérica. Desde
Según Crank (1975), la difusión de disolventes y agua en matrices poliméricas amorfas y
Las estructuras semicristalinas pueden describirse matemáticamente mediante la segunda ley de difusión de Fick.
unidimensional:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Donde C representa la concentración de agua dentro del polímero en una posición x y tiempo
t, y D es el coeficiente de difusión del material. La incorporación de aceite de ricino altera el
coeficiente D, aumentando la tasa de transporte de humedad hacia el núcleo de la matriz.
La aceleración de la hidrólisis y la consiguiente reducción de la vida útil del producto imponen limitaciones.
Técnicas que deben considerarse en el diseño industrial de envases. Degradación.
Deterioro prematuro del material durante la fase de almacenamiento de productos de larga duración .
vida) puede comprometer la barrera contra gases y humedad, lo que resulta en contaminación o
Deterioro del contenido del envase. El diseñador de materiales debe equilibrar el contenido de aditivos.
para garantizar que la tasa de degradación se mantenga baja durante el uso comercial y aumente
solo después de su eliminación en el suelo.
La estabilidad mecánica en condiciones de alta humedad relativa representa otra limitación.
aspectos operativos de los biopolímeros con aditivos. La plastificación inducida por la absorción de agua puede

[4] Los bienes de consumo de alta rotación (FMCG, por sus siglas en inglés) se refieren a la clase industrial de bienes de consumo con alta rotación y ciclos de vida cortos, un sector que representa la mayor demanda mundial de películas flexibles y envases rígidos desechables.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

causar pérdida progresiva de rigidez estructural al apilar embalajes o cajas de
Transporte comercial. Uso de recubrimientos de barrera de biopolímeros delgados .
Una degradación más lenta ayuda a proteger la superficie del embalaje durante la manipulación logística.
sin comprometer su biodegradabilidad general después de su eliminación.
Además de las limitaciones de tiempo de almacenamiento, el procesamiento industrial del PLA modificado requiere control.
Control estricto del contenido de humedad de la resina antes del procesamiento. La presencia de agua residual en
Los gránulos de polímero durante la extrusión o el moldeo por inyección provocan una fisuración térmica.
y la hidrólisis de las cadenas de PLA en el tornillo plastificante, reduciendo la masa molar del polímero.
y generando piezas con propiedades mecánicas inferiores a las diseñadas.
Se concluye que comprender la cinética de degradación y las limitaciones del uso de
Los biocompuestos son esenciales para la aplicación segura de materiales renovables en la industria.
La calibración precisa de la dosis del aditivo garantiza que el producto cumpla rigurosamente sus funciones.
protección comercial durante el uso útil, desintegrándose rápida y seguramente al final de
Tu trayectoria en el ciclo de la economía circular.

Capítulo 6: El impacto de la ciencia de los materiales y el ecodiseño en la gobernanza ESG
Empresas

La adopción de materiales sostenibles y la inversión en investigación sobre ecodiseño ya no son necesarias.
Las iniciativas aisladas de I+D se convertirán en pilares centrales de la estrategia.
Gobierno corporativo y criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG). Según
McDonough y Braungart (2002) sostienen que la verdadera innovación sostenible requiere que las empresas...
asumir la plena responsabilidad por el destino de los materiales que introducen en el mercado,
Eliminar los riesgos asociados a la contaminación tóxica y reducir el consumo de recursos fósiles finitos.
El pilar ambiental de las directrices ESG se ve directamente reforzado por
Sustitución de resinas sintéticas por biopolímeros biodegradables de origen renovable.
Reducir la huella de carbono acumulada, desde el cultivo de biomasa hasta su degradación final.
El impacto del producto sobre el terreno es auditable y cuantificable a través de los informes de análisis del ciclo de vida.
Vida. Demostrar reducciones reales en las emisiones de gases de efecto invernadero aumenta la...
Clasificación de la empresa en los índices internacionales de sostenibilidad.
El impacto social y de gobernanza se refleja en la transparencia de la cadena de valor y en el valor añadido.
a partir de materias primas agrícolas locales. El uso de aceites vegetales procedentes de cultivos locales (como
El uso de la semilla de ricino para la síntesis de aditivos ecológicos estimula el desarrollo de la agricultura.
Apto para familias y fortalece la bioeconomía regional. Gobernanza transparente en la etiqueta ecológica de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

Los productos evitan la práctica de afirmaciones ambientales falsas (lavado verde), construyendo una
Una relación de confianza con los consumidores e inversores.
La integración entre el diseño de productos y la ciencia de los materiales sostenibles ofrece...
Las empresas obtienen una ventaja competitiva sostenible. Anticipándose a una legislación ambiental cada vez más
estricta que prohíbe el uso de plásticos de un solo uso de origen fósil.5 protege el
La empresa se protege contra multas regulatorias e interrupciones operativas, garantizando la continuidad del negocio y...
expansión empresarial en el mercado global.
Se concluye que la inversión en investigación y aplicación de biopolímeros modificados es una
El imperativo de la visión estratégica y la responsabilidad socioambiental. La unión entre la ciencia de
Los materiales, el ecodiseño y la gobernanza ESG transforman la sostenibilidad en el principal motor de
Innovación, eficiencia y generación de valor duradero para las empresas contemporáneas.

Consideraciones finales

La investigación desarrollada a lo largo de este artículo muestra que el ecodiseño y la modificación
El uso de materiales biopoliméricos es esencial para consolidar la economía circular en
Fabricación industrial. Las investigaciones demuestran que la incorporación de aceite de ricino ...
La incorporación de communis L. a la matriz de poli(ácido láctico) (PLA) supera con éxito las limitaciones históricas.
Elimina la fragilidad y rigidez de los bioplásticos, proporcionando un material flexible, procesable y duradero.
alto rendimiento comercial.
Prueba del aumento de la tasa de biodegradabilidad natural en el suelo del aditivo PLA
Confirma la viabilidad ecológica de la solución para productos y envases de corta duración.
comercial. La aceleración del proceso de hidrólisis y asimilación microbiana garantiza que el
El material regresa a la naturaleza como nutriente biológico, eliminando la generación de residuos tóxicos.
y la acumulación de plásticos desechados en el medio ambiente.
La caracterización física de la cinética de difusión del agua y la degradación hidrolítica permite la calibración.
Determinar con precisión la vida útil de los biocompuestos para cumplir con los requisitos de vida útil.
de la industria del embalaje. La gestión técnica de la tasa de aditivo armoniza los requisitos de
Durabilidad logística alineada con los objetivos medioambientales posteriores a la eliminación.

5. Se refiere a directrices reglamentarias internacionales, como la Directiva de la Unión Europea sobre plásticos de un solo uso.
Las normativas europeas (Directiva UE 2019/904) y las de los estados de EE. UU. (como el Proyecto de Ley 54 del Senado de California
- SB 54) establecen objetivos obligatorios para la reducción de plásticos no reciclables y la rendición de cuentas posterior al reciclaje.
consumo.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1, 2026 | Envío: 22 de abril de 2026 | Aceptación: 25 de abril de 2026 | Publicación: 28 de abril de 2026

El estudio refuerza el papel de la Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) y del modelo " De la cuna a la cuna" .
como herramientas de orientación para el diseño de nuevos productos. La elección de aditivos de origen vegetal.
Los materiales renovables y no tóxicos reducen la huella de carbono de la industria y apoyan la transición de los sistemas.
productivo para modelos totalmente descarbonizados.

Además, se está estudiando la aplicación de estos biocompuestos modificados en el sector del embalaje y de los productos.
Las empresas de servicios públicos demuestran el valor del ecodiseño a la hora de promover las directrices ESG en el medio ambiente.
Corporativo. Sustituir las resinas derivadas de combustibles fósiles fortalece la reputación de las empresas.
Garantiza el cumplimiento de las estrictas leyes medioambientales y satisface las expectativas de los inversores.
y consumidores conscientes.

Además, la continuación de la investigación sobre el desarrollo de nuevos biocompuestos y la
Es fundamental fortalecer las alianzas entre las universidades y las industrias manufactureras.
para aumentar la producción de estos materiales. La transferencia de conocimiento de la ciencia de
Llevar los polímeros al mercado de producción es la forma de democratizar el acceso al embalaje.
ecológico y funcional.

Dada la situación de emergencia climática y la urgente necesidad de eliminar...
La contaminación plástica, la inversión en investigación de biopolímeros y el ecodiseño dejan vacantes.
para convertirse en una tendencia que se consolidará como la columna vertebral de la fabricación del futuro.
Se concluye que el rigor académico y la innovación en materiales renovables son las fuerzas capaces
transformar la relación entre la industria y la naturaleza. La unión entre el diseño inteligente, la
La química verde y la responsabilidad corporativa constituyen la piedra angular de una industria.
verdaderamente sostenible, capaz de generar productos de alta calidad y promover
Preservar el planeta para el presente y para las generaciones futuras.

Referencias

- BASTIOLI, C. Manual de polímeros biodegradables. 1.ª ed. Shawbury: Rapra Technology Limited, 2005.
- CERDÀ, E.; LOFTHOUSE, V. Ecodiseño: Un enfoque prometedor para la producción y el consumo sostenibles. 1.ª ed. París: PNUMA, 2002.
- CRANK, J. Las matemáticas de la difusión. 2ª ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- MANRICH, S. Procesamiento de polímeros: Texto básico para cursos de pregrado y posgrado. 1.ª ed. São Paulo: Editorial Artliber, 2006.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. De la cuna a la cuna: Rehaciendo la forma en que fabricamos las cosas. 1.ª ed. Nueva York: North Point Press, 2002.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.